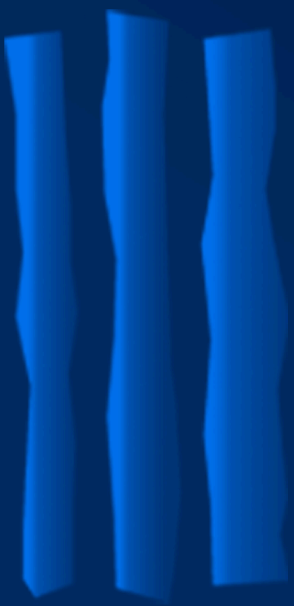


Universidad Pablo de Olavide, Sevilla



UNIVERSIDAD  
**PABLO DE OLAVIDE**  
SEVILLA

# Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa



Journal of Quantitative Methods for  
Economics and Business Administration

ISSN: 1886-516 X  
D.L.: SE-2927-06



**REVISTA DE MÉTODOS CUANTITATIVOS  
PARA LA ECONOMÍA Y LA EMPRESA**

**Journal of Quantitative Methods for  
Economics and Business Administration**

Número 31. Junio de 2021.

ISSN: 1886-516X. D.L: SE-2927-06.

URL: <https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/index>

**Editores:**

Dr. Francisco Javier Blancas Peral  
Universidad Pablo de Olavide  
Ctra. de Utrera, km 1 - 41013  
Sevilla (Spain)  
Correo-e: fjblaper@upo.es

Dra. Macarena Lozano Oyola  
Universidad Pablo de Olavide  
Ctra. de Utrera, km 1 - 41013  
Sevilla (Spain)  
Correo-e: mlozoyo@upo.es

**Comité Editorial:**

Dr. S. Ejaz Ahmed, University of Windsor, Ontario (Canadá)  
Dr. Adam P. Balcerzak, Nicolaus Copernicus University, Toruń (Polonia)  
Dr. Carlos A. Coello Coello, CINVESTAV-IPN, México D.F. (México)  
Dr. Ignacio Contreras Rubio, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (España)  
Dra. Manuela Coromaldi, University of Social Sciences UNISU, Roma (Italia)  
Dr. Miguel Ángel Hinojosa Ramos, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (España)  
Dr. Matías Irigoyen Testa, Universidad Nacional del Sur, Buenos Aires (Argentina)  
Dr. M. Kazim Khan, Kent State University, Ohio (EE.UU.)  
Dr. Manuel Laguna, University of Colorado at Boulder, Colorado (EE.UU.)  
Dra. María Amparo León Sánchez, Universidad de Pinar del Río (Cuba)  
Dr. Jesús López-Rodríguez, Universidad de A Coruña, (España)  
Dr. Cecilio Mar Molinero, University of Kent, Canterbury (Reino Unido)  
Dra. Ana M. Martín Caraballo, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (España)  
Dra. M<sup>a</sup> Carmen Melgar Hiraldo, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (España)  
Dr. Gábor Nagy, University of Kent, Canterbury (Reino Unido)  
Dr. José Antonio Ordaz Sanz, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (España)  
Dr. Andrés Rodríguez-Pose, London School of Economics, Londres (Reino Unido)  
Dr. José Manuel Rueda Cantuche, IPTS-DG J.R.Centre-European Commission  
Dra. Mariagrazia Squicciarini, OECD, París (Francia)  
Dra. Mariangela Zoli, Università degli Studi di Roma 'Tor Vergata', Roma (Italia)



## The 5-Item Likert Scale and Percentage Scale Correspondence with Implications for the Use of Models with (Fuzzy) Linguistic Variables

MAZUREK, Jiří

School of Business Administration in Karvina  
Silesian University in Opava (the Czech Republic)  
Correo electrónico: mazurek@opf.slu.cz

PÉREZ RICO, CRISTINA

Facultad de Ciencias Administrativas, DESODEH  
Escuela Politécnica Nacional (Ecuador)  
Correo electrónico: cristina.perez@epn.edu.ec

FERNÁNDEZ, CARLOS

Escuela de Negocios. Universidad de las Américas (Ecuador)  
Correo electrónico: carlos.fernandez.garcia@udla.edu.ec

MAGNOT, JEAN-PIERRE

LAREMA, University of Angers (France)  
Correo electrónico: magnot@math.univ-angers.fr

MAGNOT, TRISTAN

Institut de Management Public et de Gouvernance Territoriale (France)  
Correo electrónico: tristan.magnot@etu.univ-amu.fr

### ABSTRACT

The aim of this paper is to examine how people perceive correspondence between the 5-item Likert scale and the percentage scale (the LS-PS correspondence thereafter). Are all five items of the Likert scale equidistant? Do people use the same scale when evaluating different objects? Are men and women different? Are people from different countries / cultures different? The method of the study was a questionnaire with 661 participating respondents altogether from the Czech Republic, Ecuador, and France. The results indicate that the 5-item Likert scale is neither equidistant, nor symmetrical. Furthermore, there are (highly) statistically significant differences in the LS-PS correspondence with respect to location, age, or gender of respondents. The results can be used as an input for more precise decision-making modeling associated with (fuzzy) linguistic variables.

**Keywords:** decision-making, evaluation, fuzzy linguistic variables, international study, Likert scale.

**JEL classification:** D12; D91.

**MSC2010:** 62P25; 68P99; 90B50.

# La escala de Likert de 5 ítems y la correspondencia de la escala de porcentaje con implicaciones para el uso de modelos con variables lingüísticas (difusas)

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es examinar cómo las personas perciben la correspondencia entre la escala Likert de 5 ítems y la escala de porcentaje (la correspondencia LS-PS en adelante). ¿Los cinco elementos de la escala Likert son equidistantes? ¿La gente usa la misma escala al evaluar diferentes objetos? ¿Se diferencian hombres y mujeres? ¿Son diferentes las personas de diferentes países / culturas? El método del estudio fue un cuestionario con 661 encuestados participantes de la República Checa, Ecuador y Francia. Los resultados indican que la escala Likert de 5 ítems no es ni equidistante ni simétrica. Además, existen diferencias (altamente) estadísticamente significativas en la correspondencia LS-PS con respecto a la ubicación, edad o género de los encuestados. Los resultados se pueden utilizar como entrada para un modelo de toma de decisiones más preciso asociado con variables lingüísticas (difusas).

**Palabras clave:** toma de decisiones, evaluación, variables lingüísticas difusas, estudio internacional, escala Likert.

**Clasificación JEL:** D12; D91.

**MSC2010:** 62P25; 68P99; 90B50.



## 1. Introduction.

Evaluation of objects such as goods, services, or companies on various scales is almost omnipresent. However, it is difficult to measure human attitude, character and personality because of its subjective nature (Prasad, 2016), and to transform subjective opinions into objective reality (Joshi, Kale, Chandel & Pal, 2015). The use of scales enables comparing, rating, or ranking objects, which is important in many areas of business, science, entertainment, or personal life. The scales used for evaluation are usually numerical or linguistic. In the former case, objects are usually evaluated on scales from 1 to 5 (typically in the form of 1 star to 5 stars), from 1 to 10, or in percents from 0 to 100%. This approach is followed by many Internet platforms such as Booking.com, which assigns each accommodation option values from 1 to 10; Goodreads.com, where its users rate books from 1 star to 5 stars; IMDb.com, where a movie fan can find rating of his/her favorite movie from 1 to 10, etc.

In the latter case, objects are assigned “labels”, such as from A to F when evaluating students’ performance in the USA and majority of EU countries, from A to H for energy consumption of houses, credit ratings from A to C or D, and so on. In the case of the linguistic scales, its values (linguistic terms) are called categories, and it is required that the set of all categories of a given scale is ordinal, which means categories are ordered from the worst (least desirable) ones to the best (most desirable) ones.

A Likert scale, introduced by Rensis Likert (Likert, 1932), is a bipolar scaling method, which measures positive or negative response to a given statement. The scale is very popular among researchers in psychology, sociology, pedagogy, marketing, or business that involves questionnaires. A Likert scale is usually treated as ordinal or interval data. It is usually constructed from an odd number (3, 5, 7, or 9) of categories, where the medium category expresses ambivalence, indecisiveness, or lack of an opinion of a respondent, while the first and the last category express an extreme opinion. Typically, the five-item Likert scale has the following form: {very good; good; average; poor; very poor}, or {strongly agree; agree; neither agree, nor disagree; disagree; strongly disagree}. It has become common practice to treat this scale as a rating scale and assume that the equal intervals hold between the response categories, see e.g. Blaikie (2003). However, as Creswell (2008) points out, we have no guarantee that intervals are equal indeed. The assumption that the “distance” between each successive pair of categories is the same, is going to be challenged in this paper. More on Likert scales, their proper use, statistical properties, or applications can be found in Allen and Seaman (2007), Blaikie (2003), Clason and Dormody (1994), Creswell (2008), Dawes (2008), Edwards and Kenney (1946), Hasson and Arnetz (2005), Joshi et al. (2015), Norman (2010), Traylor (1983), Prasad (2016), or Willits et al. (2016).

Finally, Booking.com is the example of a platform that combines the numerical and linguistic approach. According to Booking.com, an accommodation rated 9+ is “superb”, 7-9 means “good”, “okay” is 5-7, “poor” 3-5, and “very poor” 1-3. The origin of this correspondence remains unclear, since there is no study linking linguistic terms such as “superb” with the percentage scale.

Apart from Internet platforms, linguistic variables are extensively used in decision-making modeling under uncertainty. Usually, the models express linguistic terms via triangular (or other) fuzzy numbers, and Likert scales are assumed to be equidistant, see e.g. Carrasco et al. (2012), Casola et al. (2005), Holeček and Talašová (2010), Lima et al. (2016), Lin and Yeh (2012), or Yan et al. (2017). However, if individuals do not perceive Likert scales to be equidistant, this input assumption might lead to unwanted distortion of results.

Therefore, the aim of this paper is to examine a Likert scale and percentage scale correspondence (the LS-PS correspondence in short) to find answers to the following questions: is 5-item Likert scale perceived to be equidistant by respondents (decision makers)? Are there any differences with respect to location, gender, or age of respondents? Do respondents use the same (universal) scale for evaluation? To find answers to the aforementioned questions, several research hypotheses were formulated and statistically tested. The method of the study was an experiment carried out via a questionnaire.

The presented study is the first of its kind, but its results are not only of theoretical worth. On the contrary, it has important practical implications. The results can be used as an input to decision-making models with (fuzzy) linguistic variables, improving their accuracy.

The paper is organized as follows. In Section 2 the research problem is presented. In Section 3 data and the method of the study are described. Section 4 provides results of the study and in Section 5 a more accurate 5-item Likert scale for modeling with triangular fuzzy numbers is proposed. Conclusions close the article.

## 2. The problem and research hypotheses.

To date, there is no empirical study known to the authors on how exactly people perceive linguistic scales as well as their identification with the percentage scale. Moreover, there is no evidence on whether people use one (general) scale for evaluation or different scales in different situations. Likert scales are assumed to be symmetrical and equidistant. But how much is such an assumption realistic? Do all people use the same scale? Do they use such a scale in different situations and for different objects? Is there no difference between them for respondents with respect to country/culture, gender, or age?

To find out the answers to the aforementioned questions, the relationship between 5-item Likert scale and the percentage scale was examined by the experiment described in the next section so that the following null hypotheses can be statistically tested:

- $H_{01}$ : Items on the 5-item Likert scale are evenly distributed (are equidistant) with respect to the percentage scale.
- $H_{02}$ : Individuals from different countries use the same percentage scale for the corresponding 5-item Likert scale (LS-PS correspondence).
- $H_{03}$ : Men and women use the same LS-PS correspondence.
- $H_{04}$ : Younger and older respondents use the same LS-PS correspondence.

Further, one research question (Q1) was examined:

Q1: Do individuals use one (general, universal) scale for the evaluation of different objects (goods or services)?

## 3. Data and method.

The experiment linking the 5-item Likert scale with the percentage scale was carried out during 2017-2018. Table 1 summarizes the locations and the number of respondents.

The method of a study was a questionnaire disseminated online in Spanish, French, and Czech languages, respectively. High school students from Clermont-Ferrand and university students from the locations such as Karvina, Quito, Cuenca, Marseille, and Angers (see Table 1) formed the set of 661 respondents. The respondents were instructed to assign each of 5 categories of the Likert scale (*very good* – *good* – *average* – *poor* – *very poor*) an interval in percents corresponding to their perception of what is “very good”, “good” and so on, when evaluating two items: a movie and a cell phone. Thus, each student provided two LS-PS correspondences, which amounts to 1,322 LS-PS correspondences altogether. Naturally, the intervals assigned to the five items had to cover the entire interval [0, 100%] without overlapping:

$$\cup I_i = [0,100\%] \wedge (I_i \cap I_j) = \emptyset; \forall i, j \in \{1,2,\dots,5\}, i \neq j. \quad (1)$$

Let  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ , and  $\beta_4$  denote the boundary values between “very poor” and “poor”, “poor” and “average”, “average” and “good” and finally “good” and “very good” categories, respectively. Further, let  $\beta_0 = 0$  and  $\beta_5 = 100$ .

Clearly, we have:

$$\beta_i > \beta_j \text{ for } i > j. \quad (2)$$

Let  $\delta_1$ ,  $\delta_2$ ,  $\delta_3$ ,  $\delta_4$ , and  $\delta_5$  correspond to the “lengths” of intervals corresponding to “very poor”, “poor”, “average”, “good”, and “very good” categories, respectively.

Obviously, we have:

$$\delta_i = \beta_i - \beta_{i-1} \quad , \quad i = 1, \dots, 5. \quad (3)$$

The questionnaires that didn’t satisfy condition (1) or (2) were discarded (less than 2% altogether).

To test the null hypotheses  $H_{02}$ - $H_{04}$ , the independent two-sample t-tests with unequal variances (with normality tested as well) and one-factor ANOVA were applied (see the next section). Hypothesis  $H_{01}$  was tested via a paired two-sample t-test and one-factor ANOVA. Testing was performed via MS Excel and Gretl.

**Table 1. The summary of respondents’ nationality, location, and gender.**

Country	University/City	Number of respondents (men/women)
Czech Rep.	School of Business Administration/ Karvina	210 (70/140)
Ecuador	Faculty of Administrative Sciences, Escuela Politécnica Nacional/ Quito	300 (94/206)
	Faculty of Economics and Administrative Sciences, Universidad de Cuenca; Universidad Politécnica Salesiana / Cuenca	
France	University of Angers; Lycée Jeanne d’Arc Clermont Ferrand; AIX-Marseille Université	151 (60/91)

Source: Own elaboration.

#### 4. Results.

The results of the study are summarized in Tables 2-6, where the overall results and results with respect to geographic location, gender, and age of respondents are provided.

As can be seen from Tables 2 and 3, respondents didn't divide, on average, the 5-item Likert scale uniformly with boundaries  $\beta_i = \{0,20,40,60,80,100\}$  and width  $\delta_i = 20$  as one might expect.

Another interesting feature were regional differences in  $\beta_i$  (see Table 2). The  $\beta_i$  values of respondents from Ecuador were the highest, meaning the respondents were the most "demanding" in their evaluations. On the other hand, the values from respondents in France were the lowest. Also, respondents from France assigned the largest width ( $\delta_5$ ) to the category "very good", while respondents from the Czech Republic and Ecuador assigned the largest width ( $\delta_1$ ) to the category "very poor". The differences between France and the other two countries could be caused by more heterogenous sample of French respondents with respect to age and education.

**Table 2. Average upper boundaries ( $\beta_i$ ) of the 5-item Likert scale (with standard deviation in brackets) for all locations.**

Linguistic term/upper boundaries	All countries (CZE+ECU+FRA)	CZE	ECU	FRA
Very good	100 (0)	100 (0)	100 (0)	100 (0)
Good ( $\beta_4$ )	81.43 (9.78)	82.84 (7.76)	83.07 (8.09)	76.20 (13.01)
Average ( $\beta_3$ )	61.64 (11.42)	63.62 (9.53)	63.76 (11.17)	54.67 (11.60)
Poor ( $\beta_2$ )	41.47 (11.58)	43.98 (9.25)	43.48 (11.37)	33.98 (11.78)
Very poor ( $\beta_1$ )	22.60 (10.56)	24.84 (10.28)	23.62 (10.45)	17.44 (9.45)

Source: Own elaboration.

**Table 3. Average width ( $\delta_i$ ) of items of the 5-item Likert scale (with standard deviation in brackets) for all locations.**

Linguistic term/upper boundaries	All countries (CZE+ECU+FRA)	CZE	ECU	FRA
Very good ( $\delta_5$ )	18.54 (9.78)	17.16 (8.01)	16.94 (8.09)	23.80 (13.01)
Good ( $\delta_4$ )	19.79 (7.51)	19.22 (6.90)	19.31 (6.79)	21.52 (9.22)
Average ( $\delta_3$ )	20.17 (7.04)	19.64 (6.92)	20.28 (6.72)	20.69 (7.76)
Poor ( $\delta_2$ )	18.87 (6.91)	19.15 (6.47)	19.86 (6.61)	16.54 (7.51)
Very poor ( $\delta_1$ )	22.60 (10.56)	24.84 (10.28)	23.62 (10.45)	17.44 (9.45)

Source: Own elaboration.

As for gender differences (Table 4), men assigned higher values to all  $\beta_i$  than women on altogether, but also for each country separately.



**Table 4. Average upper boundaries ( $\beta_i$ ) of Likert scales (with standard deviation in brackets) for all locations with respect to gender.**

Linguistic term/upper boundaries	All countries	All countries	CZE	CZE	ECU	ECU	FRA	FRA
	Women only	Men only	Women only	Men only	Women only	Men only	Women only	Men only
<b>Very good</b>	100 (0)	100 (0)	100 (0)	100 (0)	100 (0)	100 (0)	100 (0)	100 (0)
<b>Good</b> ( $\beta_4$ )	80.88 (10.27)	82.23 (9.58)	82.85 (8.1)	84.04 (7.0)	82.95 (8.38)	83.33 (7.43)	74.08 (13.74)	77.49 (15.12)
<b>Average</b> ( $\beta_3$ )	60.94 (11.87)	62.82 (10.74)	62.81 (9.8)	65.24 (8.9)	63.76 (11.59)	63.78 (10.18)	51.70 (10.83)	58.07 (12.64)
<b>Poor</b> ( $\beta_2$ )	40.74 (11.70)	42.80 (11.28)	43.15 (9.0)	45.65 (9.6)	43.42 (11.67)	43.62 (10.65)	30.95 (10.17)	37.98 (12.75)
<b>Very poor</b> ( $\beta_1$ )	22.39 (10.37)	23.07 (10.94)	24.18 (9.9)	26.15 (10.9)	23.97 (10.56)	22.85 (10.14)	16.06 (7.93)	20.04 (11.24)

Source: Own elaboration.

Further, only 23.3% individuals used the same scale in the evaluation of a mobile phone and a movie (Table 5).

**Table 5. Did respondents use the identical correspondence between Likert and percentage scales for a movie and a cell phone?**

Identical correspondence (%)	All countries	CZE	ECU	FRA
<b>Yes</b>	23.27	15.24	21.94	37.09
<b>No</b>	76.73	84.76	78.06	62.91

Source: Own elaboration.

Finally yet importantly, younger respondents provided lower values of upper boundaries  $\beta_i$  than their older counterparts (Table 6).

**Table 6. Younger respondents versus older respondents.**

Linguistic term/upper boundaries	Younger respondents (15-29 years)	Older respondents (30 and more)
$\beta_1$	16.26 (8.64)	19.35 (10.41)
$\beta_2$	31.38 (10.36)	36.66 (12.74)
$\beta_3$	51.82 (11.55)	57.21 (11.90)
$\beta_4$	73.58 (13.64)	77.69 (14.98)

Source: Own elaboration.

#### 4.1. Equidistance of the 5-item Likert scale.

The first problem examined in the presented study was the problem of (alleged) equidistance of the 5-item Likert scale. The null hypothesis states all five categories have the same “width”.

- The null hypothesis  $H_{01}$ :  $\delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = \delta_5$ .

The hypothesis was statistically tested via a paired two-sample t-test with unequal variances (in MS Excel, after checking for data normality), where the test of all 10 pairs of  $\delta_i$  and  $\delta_j$ ,  $i \neq j$ ,  $i, j \in \{1,2,3,4\}$  was performed with its results being shown in Table 7a.

**Table 7a. The t-test statistics ( $p$  values) for the hypothesis  $H_{01}$ .**

$p$ values	$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta_3$	$\delta_4$	$\delta_5$
$\delta_1$	-	$<10^{-21}$	$2 \cdot 10^{-9}$	$2.34 \cdot 10^{-11}$	$3 \cdot 10^{-17}$
$\delta_2$		-	$2.25 \cdot 10^{-6}$	0.0024	0.440
$\delta_3$			-	0.205	$1.4 \cdot 10^{-5}$
$\delta_4$				-	0.0008
$\delta_5$					-

Source: Own elaboration.

Based on  $p$ -values from Table 7a, the null hypothesis  $H_{01}$  was rejected. Thus, 5-item Likert scale was not perceived equidistant by respondents. Also, we applied ANOVA to test the hypothesis  $H_{01}$  (Table 7b) with the same result:  $H_{01}$  was rejected.

**Table 7b. ANOVA test for the  $H_{01}$  hypothesis.**

<i>Variability source</i>	<i>SS</i>	<i>Diff.</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F krit</i>
Among samples	10752.92	2	5376.462	51.91338	0	3.002547
All samples	136603.6	1319	103.566			
Total	147356.5	1321				

Source: Own elaboration.

If the relation  $\delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = \delta_5$  held, categories “very good”, “good”, etc., would have the same width  $\delta = 20$ . We tested that assumption by a one-sample z-test. The  $p$ -value  $p < 0.01$  was found only for  $\delta_1$ .

#### 4.2. National (geographic, cultural) differences in LS-PS correspondence.

Since respondents originated from different countries and cultures, the following null hypothesis was tested:

- $H_{02}$ : Individuals from different countries use the same percentage scale

(  $\beta_i^{ECU} = \beta_i^{CZE} = \beta_i^{FRA}; \forall i$  ) for the corresponding 5-item Likert scale (LS-PS correspondence).

The hypothesis was tested (for each  $\beta_i$  separately) by one-factor ANOVA, where the independent factor was a country of respondents: Czech Republic, Ecuador, and France. The results of ANOVA (performed in MS Excel) are provided in Table 8.

The null hypothesis  $H_{02}$  was rejected at least at  $p = 10^{-34}$  (!) level (other  $p$ -values were even smaller and rounded by MS Excel to 0).

**Table 8. Results of ANOVA for all  $\beta_i$ .**

Boundary	F-stat	$p$
$\beta_1$	51.91	$10^{-34}$
$\beta_2$	93.56	0
$\beta_3$	81.69	0
$\beta_4$	61.16	0

Source: Own elaboration.

### 4.3. Gender differences in LS-PS correspondence.

To test (possible) differences between men and women with respect to LS-PS correspondence, the following null hypothesis was formulated:

- $H_{03}$ : Men and women use the same LS-PS correspondence (  $\beta_i^{men} = \beta_i^{women}, \forall i$  ).

For the test, a two-sample unpaired t-test with unequal variances was performed (for each  $\beta_i$  separately), and the results are shown in Table 9a. Since  $\beta_i^{men} \neq \beta_i^{women}$  for  $i = 2, 3$  and  $4$ , the null hypothesis  $H_{03}$  was rejected at  $p = 0.0018$  level.

**Table 9a. Results of t-tests for  $H_{03}$  hypothesis.**

Boundary	Mean	Variance	Observ.	t-stat.	$p$
	Men/Women	Men/Women	Men/Women		
$\beta_4$	82.227/80.876	91.693/105.371	448/874	2.3764	0.01768
$\beta_3$	62.819/60.44	115.280/140.802	448/874	2.9060	0.00374
$\beta_2$	42.803/40.736	127.294/136.820	448/874	3.1232	0.00184
$\beta_1$	23.071/22.388	119.698/107.500	448/874	1.0966	0.2731

Source: Own elaboration.

In addition, gender differences in all three countries (separately) were examined. The following Table 9b shows  $p$ -values of the null hypothesis  $H_{03}$  tested by two-sample t-test.

At  $p = 0.01$  level, the null hypothesis  $H_{03}$  was rejected in the case of French respondents.

**Table 9b. The  $p$ -values for the hypothesis  $H_{03}$ .**

$p$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$
CZE	0.073	0.011	0.01	0.019
ECU	0.217	0.837	0.979	0.573
FRA	0.001	$< 10^{-6}$	$< 10^{-5}$	0.006

Source: Own elaboration.

#### 4.4. Age differences in LS-PS correspondence.

To test possible differences between younger and older respondents, respondents were divided into two age groups: 15-29, and 30 and more.

- $H_{04}$ : Younger and older respondents use the same LS-PS correspondence ( $\beta_i^{younger} = \beta_i^{older}, \forall i$ ).

Since the data from France were the only one including older respondents (above 29 years of age), they were the only data applicable for the testing of hypothesis  $H_{04}$ . The result of two-sample unpaired t-test with unequal variances (for each  $\beta_i$  separately) is shown in Table 10.

The null hypothesis  $H_{04}$  was rejected at  $p = 0.01$  level.

**Table 10. Results of the t-tests for  $H_{04}$  hypothesis.**

Boundary	Mean	Variance	Observ.	t-stat.	$p$
	Younger/Older	Younger/Older	Younger/Older		
$\beta_1$	16.259/19.350	75.08/109.18	166/136	2.7846	0.00574
$\beta_2$	31.379/36.664	107.91/163.49	166/136	3.9196	0.00011
$\beta_3$	51.819/57.207	134.14/142.67	166/136	3.9859	0.00009
$\beta_4$	73.578/77.693	187.13/226.16	166/136	2.4844	0.01355

Source: Own elaboration.

#### 4.5. Uniqueness of the 5-item Likert scale.

Many models based on (fuzzy) linguistic variables assume the Likert scale to be equidistant, which means the scale is also invariant with respect to a subject of evaluation. Consequently, humans are supposed to use one (universal) scale for evaluation. Therefore, the following question was examined:

- Q<sub>1</sub>: Do individuals use one (general, universal) scale for the evaluation of different objects (goods, services, etc.)?

According to the empirical data acquired in this study, only 23.27% of respondents used the same correspondence between percentage scale and Likert scale for a movie and a cell phone. Thus, the meaning of linguistic terms “very good”, “good”, etc., is not universal and varies with respect to a subject of evaluation.

The answer to the question Q<sub>1</sub> is therefore negative.

## 5. The 5-item Likert scale and its representation by triangular fuzzy numbers.

In the context of a decision-making, linguistic variables are used to model uncertainty present in many real-world problems. As such, they are often expressed in terms of fuzzy sets. Here, we recall two useful definitions:

**Definition 1** (the fuzzy set). Let  $U$  denote the universal set of discourse. Then, a fuzzy set  $A = \{(x, \mu(x)); x \in U\}$  on  $U$  is defined in terms of the membership function  $\mu: \mu_A(x): U \rightarrow [0,1]$ .

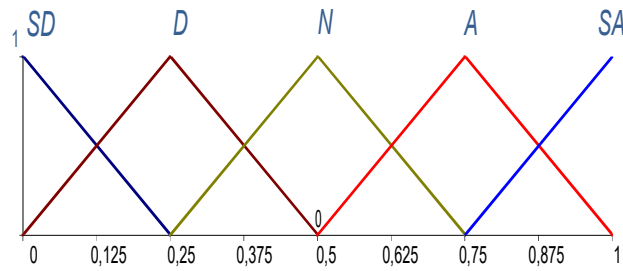
**Definition 2** (the triangular fuzzy number). Let  $a, b, c \in R; a < b < c$ . Then, the triangular fuzzy number (TFN) is a triplet  $(a, b, c)$  with the membership function given as follows:

$$\mu = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, x \in [a, b], \\ \frac{c-x}{c-b}, x \in [b, c], \\ 0, x < a \vee x > c. \end{cases} \quad (4)$$

The use of Likert scales in the context of fuzzy sets was introduced in Hesketh et al. (1988), since fuzzy approach can provide more realistic framework for decision making with ordinal (linguistic) variables. Likert scales are usually represented by triangular fuzzy numbers as can be seen in Figures 1 and 2. Perhaps the most striking feature of both pictures is items’ symmetry and equidistance. There are hundreds of similar pictures in the literature assuming Likert scales to be symmetrical and equidistant.

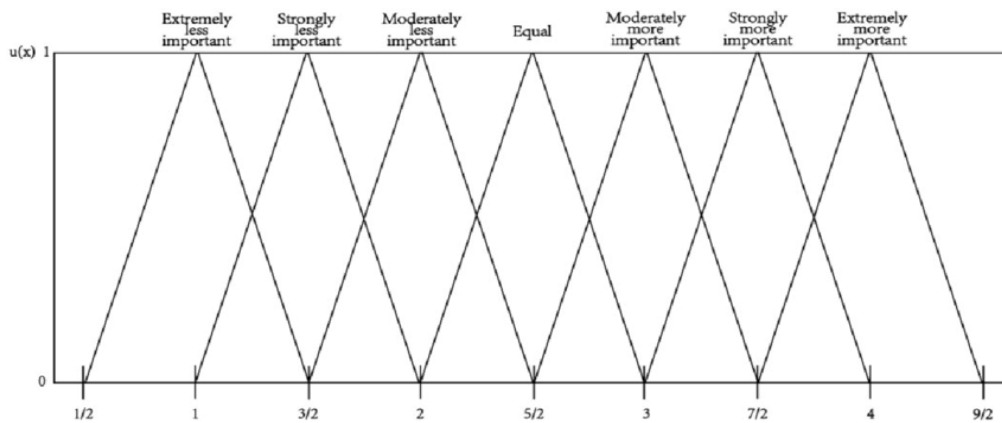
The equidistant 5-item Likert scale modeled with triangular fuzzy numbers (4) in the symmetrical form used in Carrasco et al. (2012), Holeček and Talašová (2010), or Yan et al. (2017), takes the form shown in Table 11 (column 2), where each term of the Likert scale is represented by one TFN.

**Figure 1. Symmetrical 5-item fuzzy Likert scale.**



Source: Carrasco et al. (2012).

**Figure 2. Symmetrical 7-item fuzzy Likert scale.**



Source: Yan et al. (2017).

However, according to our findings, 5-item Likert scale is not equidistant, nor symmetrical. A new, more realistic expression of the 5-item Likert with TFNs, based on the empirical data acquired by the presented study, is provided in Table 11, the 3<sup>rd</sup> column. Although the numerical differences between both sets of TFNs are not large, they may contribute to more accurate modeling and decision making involving 5-item Likert scales.

**Table 11. Usual equidistant 5-item Likert scale expressed by TFNs (2<sup>nd</sup> column), and corrected TFNs (3<sup>rd</sup> column).**

Scale item	TFNs for equidistant scale	Corrected TFNs
<i>Very poor</i>	$(a, b, c) = (0;0;20)$	$(a, b, c) = (0;0;22.6)$
<i>poor</i>	$(0;20;40)$	$(0;22.6;41.5)$
<i>average</i>	$(20;40;60)$	$(22.6;41.5;61.6)$
<i>good</i>	$(60;80;100)$	$(61.6;81.4;100)$
<i>Very good</i>	$(80;100;100)$	$(81.4;100;100)$

Source: Own elaboration.

Of course, triplets ( $a, b, c$ ) in TFNs' definition can also be further adjusted for gender, age, or geographic location since differences in the perception of the LS-PS correspondence with respect to the aforementioned factors were found statistically (highly) significant. These refinements may lead to even more precise results.

## 6. Conclusions.

The aim of the paper was to examine empirical relationship between the 5-item Likert scale and the percentage scale. The results indicate that decision makers use different scales when evaluating different subjects. Therefore, linguistic terms such as “very good” are not used universally as they rather depend on a subject of evaluation. Another important feature found by the presented study is that the 5-item Likert scale is not perceived to be equidistant by decision makers, and this conclusion is statistically highly significant. The linguistic term “very poor” was found ‘wider’ than other four terms.

Moreover, the study found that regional, gender, and age differences were also highly statistically significant. While respondents from Ecuador and the Czech Republic used almost identical LS-PS correspondence, respondents from France were markedly “less demanding”. In addition, men provided LS-PS correspondence with higher boundary values than women in general. Similarly, older respondents provided LS-PS correspondence with higher boundary values than younger respondents.

The results of the presented study suggest that the problem of human perception of linguistic terms is much more complex than previously thought, and decision-making models with (fuzzy) linguistic variables, which employ equidistant and universal Likert scales, constitute excessive oversimplification of reality and might lead to undesired distortion of results.

We believe the findings of our study can be used as a more accurate input for models applying linguistic variables of the form of the 5-item Likert scale and more realistic linguistic evaluation of goods or services. However, more thorough research on the topic would be desirable.

## Acknowledgments

This paper was partially supported by the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic within the Institutional Support for Long-term Development of a Research Organization in 2019.

## References

- Allen, E., & Seaman, C. (2007). Likert Scales and Data Analyses. *Quality Progress*, 40(7), 64-65.
- Blaikie, N. (2003). *Analyzing Quantitative Data. From Description to Explanation*. Sage Publications, Thousand Oaks, 353. DOI: 10.4135/9781849208604.
- Carrasco, R.A., Villar, P., Hornos, M.J., & Herrera-Viedma, E. (2012). A Linguistic Multi-Criteria Decision Making Model Applied to the Integration of Education Questionnaires. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 4(5), 946-959.
- Casola, V., Preziosi, R., Rak, M., & Troiano, L.A. (2005). Reference Model for Security Level Evaluation: Policy and Fuzzy Techniques. *Journal of Universal Computer Science*, 11(1), 150-174. DOI: 10.3217/jucs-011-01-0150.

- Clason, D.L., & Dormody, T.J. (1994). Analyzing data measured by individual likert-type items. *Journal of Agricultural Education*, 35(4), 31-35. DOI:10.5032/jae.1994.04031.
- Creswell, J.W. (2008). *Educational Research: Planning, Conducting and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. New Jersey, United States: Pearson Education Inc.
- Dawes, J. (2008). Do Data Characteristics Change According to the number of scale points used? An experiment using 5-point, 7-point and 10-point scales. *International Journal of Market Research*, 50(1), 61-77.
- Edwards, A.L., & Kenney, K.C. (1946). A comparison of the Thurstone and Likert techniques of attitude scale construction. *Journal of Applied Psychology*, 30(1), 72-83. DOI: 10.1037/h0062418.
- Hasson, D., & Arnetz, B.B. (2005). Validation and Findings Comparing VAS vs. Likert Scales for Psychosocial Measurements. *International Electronic Journal of Health Education*, 8, 178-192.
- Hesketh, B., Prior, R., Gleitzman, M., & Hesketh, T. (1988). Practical Applications and Psychometric Evaluation of a Computerised Fuzzy Graphic Rating Scale. *Advances in Psychology*, 56, 425-454.
- Holeček, P., & Talašová, J. (2010). FUZZME: A new software for multiple-criteria fuzzy evaluation. *Acta Universitatis Matthiae Belii ser. Mathematics*, 16, 35-51.
- Joshi, A., Kale, S., Chandel, S., & Pal, D.K. (2015). Likert Scale: Explored and Explained. *British Journal of Applied Science & Technology*, 7(4), 396-403.
- Likert, R. (1932). A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*, 140, 1-55.
- Lima Jr., F.R, Carvalho, G.M.R., & Carpinetti, L.C.R. (2016). A methodology based on fuzzy inference and SCOR® model for supplier performance evaluation. *Gest. Prod.*, São Carlos, 2016 23(3), 515-534. Available from [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2016000300515&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2016000300515&lng=en&nrm=iso). Accessed on 11 Nov. 2018. DOI: 10.1590/0104-530x2625-15.
- Lin, L., & Yeh, H. (2012). Linking Consumer Perception of Store Image Using FANP. *iBusiness*, 4(1), 18-28. DOI: 10.4236/ib.2012.41003.
- Norman, G. (2010). Likert scales, levels of measurement and the “laws” of statistics. *Advances in Health Science Education*, 15(5), 625-632.
- Prasad, B. (2016). Using Likert Type Data in Social Science Research. Confusion, Issues and Challenges. *International Journal of Contemporary Applied Sciences*, 3(2), 36-49.
- Traylor, M. (1983). Ordinal and interval scaling. *Journal of the Market Research Society*, 25(4), 297-303.
- Yan, H., Zeng, X., Bruniaux, P., Chen, Y., & Zhang, X. (2017). Development of a new knowledge-based fabric recommendation system by integrating the collaborative design process and multi-criteria decision support. *Textil Research Journal*, 88(23), 2682-2698. DOI: 10.1177/0040517517729383.
- Willits, F.K., Theodori, G.L. & Luloff, A.E. (2016). Another Look at Likert Scales. *Journal of Rural Social Sciences*, 31(3), 126-139.



## Estudios de impacto económico en infraestructuras del transporte: el caso portuario

DE LA PEÑA ZARZUELO, IGNACIO

Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid  
Correo electrónico: i.delapeña@upm.es

FREIRE SEOANE, MARÍA JESÚS

Facultad de Economía y Empresa. Universidade A Coruña  
Correo electrónico: maje@udc.es

LÓPEZ BERMÚDEZ, BEATRIZ

Facultad de Economía y Empresa. Universidade A Coruña  
Correo electrónico: beatriz.lopez2@udc.es

### RESUMEN

Los Estudios de Impacto Económico en puertos son una herramienta muy extendida que empezaron a elaborarse en la década de los años 60 en Estados Unidos. Desde entonces, estos estudios han ido depurándose, eliminando algunas de sus limitaciones y restricciones y convergiendo hacia una metodología estándar que permiten realizar comparaciones entre los efectos de distintos puertos. El artículo analiza la evolución histórica de dichos estudios, indicando las diferentes variantes y sus limitaciones metodológicas y concluye con un resumen de los resultados obtenidos tanto a nivel internacional como en el caso particular del sistema portuario español. Se concluye el papel que tanto el tamaño del puerto como su estructura de tráfico tienen en los impactos que éste genera en términos de empleo, valor añadido y productividad.

**Palabras clave:** evaluación de impacto económico, matriz de insumo-producto, Leontief, economía portuaria, productividad portuaria.

**Clasificación JEL:** C67; R15; R42; L90; A10.

**MSC2010:** 90B06; 93B15; 93D25; 91B50; 91B64; 62P30.

## Economic impact studies on transportation infrastructures: the port case

### ABSTRACT

Economic Impact Studies in ports are a very widespread tool that began to be developed in the decade of the 60s in the United States. Since then, these studies have been refined, eliminating some of their limitations and restrictions and converging towards a standard methodology that allows comparisons between the effects of different ports. The article analyzes the historical evolution of these studies, indicating the different variants and their methodological limitations and concludes with a summary of the results obtained both internationally and in the particular case of the Spanish port system. It concludes the role that both the size of the port and its traffic structure have in the impacts it generates in terms of employment, added value and productivity.

**Keywords:** economic impact assement, input - output matrix, Leontief, port economics, port productivity.

**JEL classification:** C67; R15; R42; L90; A10.

**MSC2010:** 90B06; 93B15; 93D25; 91B50; 91B64; 62P30.



## **1. Introducción.**

Los Estudios de Impacto Económico (EIE) están ampliamente extendidos en muchos sectores. En estos estudios se trata de analizar la repercusión económica que una determinada actividad tiene a cierta escala geográfica (local, comarcal, regional, nacional, supranacional...) basándose en la medida de los efectos de dicha actividad en determinados indicadores económicos, tales como el Valor Añadido Bruto (VAB), participación en el PIB, el empleo generado o la recaudación fiscal generada.

No son pocos los detractores que con carácter general los acusan de corresponder a estudios de parte, contratados por grupos de interés con el objetivo de poner en valor los beneficios de la actividad que desarrollan sin seguir procedimientos rigurosos y con escasa base económica, donde se sobrevaloran los efectos positivos y se ocultan las externalidades o dejan sin considerar otros elementos como los costes de oportunidad.

La aplicación de EIE en el campo de transportes como complemento en las fases de evaluación de proyectos de inversión o en el marco de procedimientos de evaluación ambiental es relativamente común. Dentro de esta área de actividad, el desarrollo específico de Estudio de Impacto Económico de Puertos (EIEP) cuenta con una larga tradición que comenzó a mediados de la década de los 60 en puertos de Estados Unidos y que a lo largo de más de 50 años se ha extendido a todo el mundo usando diferentes aproximaciones metodológicas que han ido convergiendo y estandarizándose lo que permite formular estudios comparativos entre distintos puertos o entre las diferentes actividades que en un puerto se desarrollan.

En el presente artículo se da repaso a estas técnicas, primero realizando una revisión bibliográfica y analizando su evolución histórica y clasificación (sección 2), para después discutir su utilización y justificación realizando una revisión crítica de los mismos (sección 3), comparar los extendidos EIE mediante metodología Input-Output (I-O) con los estudios Coste - Beneficio (sección 4) y finalizar con una revisión de los resultados obtenidos en diversos estudios, conclusiones y recomendaciones para próximas líneas de investigación (sección 5).

## **2. Revisión bibliográfica. El desarrollo de Estudios de Impacto Económico en puertos: evolución historia y clasificación.**

### **2.1. Los orígenes: primeros estudios de la década de los 70.**

La importancia económica de los puertos y su rol en el desarrollo de una región o nación resulta un hecho incontestable que ha sido objeto de abundante debate científico (Dwarakisha & Salima, 2015). Por ello, los estudios que tratan de medir de una manera objetiva el impacto económico de los puertos en la zona de influencia en la que se asientan resultan numerosos tanto desde el punto de vista teórico como práctico y desde diferentes enfoques metodológicos o distintos alcances territoriales.

El desarrollo de los EIEP, o al menos lo que respecta a su difusión científica, comenzó en Estados Unidos a mediados de la década de los 60 (Kaufmann, 1979). Pioneros fueron los estudios de Rudy (1961) en el puerto de Seattle, Anderson (1964) en el puerto de Ensenada (California, USA), Roesti et al. (1964) en el distrito portuario de Sacramento-Yolo (California, USA) y Schenker (1965) con su trabajo sobre el impacto de un puerto en su “*comunidad urbana*”. Otras experiencias prácticas le siguen, como las de Conn et al. (1966) en el puerto de Missisipi, Schenker (1967) sobre el puerto de Milwaukee (Milwaukee, USA) o las de Hille y Suelflow (1969) sobre el puerto de Baltimore (Maryland, USA).

Como excepción a todos estos estudios en Estados Unidos, Erbuth (1966) realiza un primer EIEP en Europa analizando los puertos de Hamm y Neuss (Alemania).

Los estudios se multiplicaron en la primera parte de la década de los 70 empezando con Schenker et al. (1970) quienes asientan las bases para la realización de futuros estudios cuantitativos del impacto de los puertos en su hinterland, Watson (1970) quienes estudian el caso del puerto de Portland (Oregon, USA); Francis (1970) quien aborda el estudio del impacto del puerto de Vancouver (British Columbia, Canadá); Rose (1970) para quien el escenario experimental fue el puerto de Galveston (Texas, USA), las investigaciones de la Port of Seattle Commission (1971) centrados en el puerto Seattle (Seattle, USA); del propio Schenker (1972) quien analizó Green Bay (Wisconsin, USA), de Condor y Tynerson (1972) sobre los puertos de Oregon (Oregon, USA) y de Bragg y Bradley (1972) quienes enlazan su EIEP con un análisis coste-beneficio pero que cuenta con la limitación de circunscribirse a las actividades de una refinería en Texas.

Los estudios continúan con Gruen et al. (1972) en San Francisco (California, USA); Dunphy y Chang (1973) quienes estudian el puerto Mobile (Alabama, USA); Ryan y Adams (1973) en Corpus Christi (Texas, USA); Bragg (1974) que se ocupa del puerto de Galveston (Texas, USA), Pender y Wilder (1974) quienes se centran en los puertos de Carolina del Sur (Carolina del Sur, USA), Whitaker-Mohn (1974) sobre el puerto de Sacramento.

Stevenson & Kellogg Ltd (1975) estudian el puerto de Vancouver y presentan una interesante separación del impacto categorizado por tipo de mercancía, por tipo de buque y por tipo de instalación portuaria que será seguida en el futuro y hoy en día es una clara tendencia en los EIEP.

Finalmente, Carew (1975) para quienes el escenario experimental es el puerto de Stockton (California, USA), centran su análisis haciendo énfasis en la naturaleza estática de estos estudios (valoran los impactos en relación a los años 1973 y 1974).

Como denominador común, todos los estudios arriba referenciados trataban de evaluar el impacto total (o repercusión media por tonelada) que las actividades portuarias producían en el empleo, salarios, recaudación fiscal, compras desde la industria portuaria al resto de sectores, ingresos de capital, inversiones o en la renta de una región.

Para ello utilizan básicamente tres técnicas que implementan de manera independiente o complementaria: i) análisis de base económica, ii) análisis de ingresos y gastos y, iii) utilización de indicadores y multiplicadores provenientes de estudios de otros puertos.

Desde el punto de su alcance, la mayoría de estos primeros estudios trataban de evaluar el impacto económico en relación a terminales o puertos existentes. Solamente, Bragg y Bradley (1972) trataban de evaluar el futuro impacto de un puerto de aguas profundas de nuevo construcción en Texas (USA), campo que años más tarde tendría un largo recorrido práctico y académico con el objetivo de valorar la bondad de determinadas políticas de inversión.

Esta última variante de EIEP que tratan de evaluar el impacto de determinada inversión (más que de las actividades que en un puerto se desarrollan y los tráficos que en él se mueven) se puede abordar desde dos aproximaciones. En algunos estudios se estima el impacto en términos brutos considerando que la economía futura es idéntica a la presente y midiendo los resultados entre la situación presente y la futura en dos escenarios distintos: con y sin la infraestructura portuaria. En otros se calcula el impacto neto estableciendo hipótesis en relación a cómo va a evolucionar la economía, proyectando esta situación al año horizonte de análisis y midiendo como afecta la nueva infraestructura portuaria a la futura situación económica. Kaufmann (1979) defiende que este último es el enfoque más acertado debido a la posibilidad de que las existencias de unas u otras infraestructuras portuarias alteren significativamente la economía regional (reduciendo o aumentando los costes de transporte elemento que debe ser considerado en los EIEP).

Las críticas a estos primeros EIEP llegan de la mano de Waters (1977), para quien estos primeros estudios no podían ser utilizados como una herramienta de planificación portuaria y

adolecían de defectos teóricos al no cuantificar los efectos marginales o incrementales derivadas de las inversiones públicas en el puerto; no capturar los cambios que en las relaciones entre agentes pueden venir derivados de cambios tecnológicos; ignorar que el puerto es un elemento de un sistema productivo no teniendo en consideración el impacto de las importaciones en la región portuaria; o incorporar hipótesis cuestionables como la que se refiere a que las exportaciones de una región incrementan los ingresos de la misma permaneciendo los precios constantes o que los gastos de la industria portuaria tienen un efecto inducido en los ingresos de dicha región.

Este autor para resolver parte de estas carencias propone que sean utilizadas las matrices del modelo económico regional utilizando la metodología de tablas input-output (TIO) en el contexto de desarrollo de EIEP y destaca las ventajas de este análisis frente a otros implementados hasta la fecha.

Un año más tarde, Chang (1978) sale en defensa de los EIEP y pone de manifiesto como mucho de los defectos metodológicos que señala Waters (1977), siendo ciertos, se deben a la propia naturaleza estática de los modelos aplicados y de una lectura no adecuada de los mismos por parte de éste. Efectivamente, estos modelos deben entenderse como ejercicios prácticos para analizar el impacto de las actividades portuarias en un año en particular y no tienen como objeto ser implementados como una herramienta de planificación portuaria sino como un instrumento para poner el valor las actividades del puerto y el impacto positivo de las mismas sobre la región en que se asientan. En el modelo de este autor, que ilustra con un ejemplo práctico aplicado nuevamente al puerto de Mobile (Alabama, USA), se defiende su utilización para justificar las necesarias inversiones a realizar en un puerto y propone que sean utilizados para testar la rentabilidad de las inversiones a acometer. Para ello deben ser utilizadas en combinación con análisis de productividad y niveles de utilización del puerto (capacidad real y deseada tras la ampliación) de tal manera que los EIEP no sustituyan sino complementen otros estudios de coste-beneficio.

De igual opinión es Kaufmann (1979) para quien los EIEP deben contribuir a dar información complementaria en los análisis coste-beneficio dentro del proceso de decisión implícito a nuevas políticas, programas o actuaciones de inversión a escala regional. Este autor hace un meritorio recopilación de 20 EIEP publicados a la fecha con el objetivo de analizar la bondad de los diferentes métodos utilizados. El autor utiliza dos criterios: i) valor real de la información proporcionada por dichos estudios y ii) costes comparativos de diferentes metodologías. Así mismo profundiza en cuatro elementos básicos de los estudios: i) cómo determinan los ahorros del coste de transporte a escala local y regional, ii) cómo evalúan los impactos primarios, iii) cómo abordan los impactos secundarios y, finalmente, iv) cómo determinan los efectos multiplicadores. Argumenta que los EIEP son una herramienta eficaz que puede ser utilizada para fijar criterios de política portuaria, pero incide en que estos estudios deben ser leídos correctamente comprendiendo lo que cubren, lo que omiten y cuál es su propósito (toda vez que los mismos se realizan para ser analizados por un conjunto amplio de grupos de interés con diferentes objetivos y perspectivas).

Como resumen de este primer periodo que abarca las décadas de los 60 y 70 se puede observar que existen diferencias sustanciales que impedían comparar los resultados de diferentes EIEP. Entre las diferencias más significativas:

- a) No todos los estudios determinan los impactos fijándose en los mismos parámetros incluyendo diferentes indicadores (Tabla 1).
- b) No todos los autores identifican claramente en su estudio cuáles son las empresas que producen los impactos primarios del puerto y cuando lo hacen existen diferencias muy significativas (Tabla 2).
- c) El alcance de los trabajos no es el mismo. Mientras todos los estudios tratan de evaluar impactos directos, no todos calculan los efectos indirectos y muy pocos los efectos en

términos del ahorro de coste de transporte por el efecto de la presencia del puerto (Tabla 3).

- d) Existen diferencias metodológicas sustanciales a la hora de determinar los efectos secundarios (Tabla 4).
- e) También existen diferencias de escala geográfica para la cuantificación de impactos que se miden en términos local, comarcal, regional o nacional.
- f) Falta de homogeneidad en la fuente de datos utilizados en los estudios que van desde trabajo de campo y encuestas directas a las empresas, consulta de otros estudios económicos y asunción de ciertas hipótesis tomadas de éstos, análisis de cuentas y registros públicos de empresas, tablas TIO, etc.

**Tabla 1. Indicadores de Impactos (primarios y secundarios) utilizados en EIEP.**

<u>Autor</u>	INDICADOR										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
The Port of Portland (n/a)	•		•								•
Rudy (1961)	•		•	•					•		
Roesti et al. (1964)	•										
Conn (1966)		•							•		
Erbuth (1966)								•			
Hille y Suelflow (1970)				•				•			
Bragg (1972)	•			•							
Gruen, Gruen & Associates (1972)	•	•									
Schenker. (1972)				•							
Oregon Department of Transportation (1973)	•		•								
Ryan y Adams (1973)	•	•									
Dunphy (1974)	•	•							•		
Whitaker-Mohn (1974)	•	•			•						
Carew (1975)	•		•			•					
Stevenson & Kellog, Ltd (1975)	•	•			•						
Knapp et al. (1976)	•	•							•		
Williams-Kuebelbeck & Associates, Inc. (1976)	•	•		•			•			•	
Leyenda: 1 -Empleo; 2 -Sueldos y Salarios; 3 -Nominas; 4 - Ingresos Brutos; 5 -Gastos Brutos; 6 -Gastos Generales; 7 - Compras de Bienes y Servicios; 8 -Valor Añadido; 9 -Pago de Impuestos; 10 -Impuestos Directos; y 11 -Ingresos Fiscales.											

Fuente: Elaboración propia basado en Kaufmann (1979).

**Tabla 2. Actividades consideradas a la hora de determinar el impacto primario de los puertos según diversos autores.**

<u>Autor</u>	<u>Actividades que se consideran para evaluar los impactos primarios</u>
The Port of Portland (n/a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades Marítimas</li> <li>• Actividades dependientes del puerto</li> </ul>
Rudy (1961)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargadores, empresas que desarrollan operaciones en el puerto y suministradores de servicios en el puerto.</li> <li>• Industria y comercio dependiente del puerto</li> <li>• Otras organizaciones</li> <li>• Consulados</li> <li>• Asociaciones</li> <li>• Actividades de agencias locales, estatales y nacionales en relación al puerto</li> </ul>
Roesti et al. (1964)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajadores directamente empleados en el puerto</li> </ul>
Conn (1966)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria de Transporte Marítimo</li> <li>• Empresas localizadas en el puerto que se consideran dependientes del mismo (en base a entrevistas)</li> </ul>
Erbuth (1966)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empresas usuarios de Servicio de transporte en el puerto y localizadas en la zona por razones de la existencia del puerto.</li> </ul>
Hille & Suelflow (1970)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasto de buques</li> <li>• Gasto de las tripulaciones</li> <li>• Transporte por carretera y ferrocarril al puerto</li> <li>• Índices de Bancos Industriales y compañías de seguros</li> <li>• Servicios portuarios</li> <li>• Empresas dependientes del puerto</li> <li>• Astilleros</li> <li>• Gasto del Gobierno en el puerto</li> </ul>
Bragg (1972, 1974)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operadores Portuarios</li> <li>• Refinería</li> </ul>
Gruen, Gruen & Associates (1972)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se Especifican</li> </ul>
Schenker (1972)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasto de los buques en puerto</li> <li>• Ingresos del puerto y terminales</li> <li>• Transporte Interior</li> <li>• Gasto de Tripulaciones</li> <li>• Servicios Portuarios</li> </ul>
Oregon Department of Transportation (1973)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se Identifican</li> </ul>
Ryan & Adams (1973)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios de Transporte</li> <li>• Productores</li> </ul>
Dunphy (1974)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empresas de Transporte Marítimo</li> <li>• Empresas Auxiliares de ámbito Marino</li> <li>• Empresas de Transporte terrestre</li> <li>• Organizaciones Públicas y Privadas con relación con el puerto</li> <li>• Industria marina</li> <li>• Industria manufacturera</li> <li>• Industria del sector agrario</li> </ul>
Whitaker-Mohn (1974)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empresas usuarias del puerto</li> <li>• Empresas de servicios del puerto</li> <li>• Empresas de transporte que ofrecen servicios desde o hacia el puerto</li> <li>• Exportadores.</li> </ul>
Carew (1975)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoridad Portuaria</li> <li>• Empresas concesionarios o con autorización para ocupación de zona portuaria</li> </ul>
Stevenson & Kellog, Ltd (1975)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empresas directamente relacionadas con el puerto</li> <li>• Productores y Mayoristas</li> <li>• Otras Organizaciones Públicas y Privadas</li> </ul>
Knapp et al. (1976)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades dependientes del puerto (port –dependent activities)<sup>1</sup></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades relacionadas con el puerto (port related activities)<sup>2</sup></li> <li>• Actividades que se desarrollan por la presencia del puerto (harbour related activities)<sup>3</sup></li> </ul>
Williams-Kuebelbeck & Associates, Inc. (1976)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empresas concesionarias o con autorización para ocupación de zona portuaria</li> <li>• Armadores y agentes de buques</li> <li>• Empresas de prestación de servicios marítimos</li> <li>• Importadores</li> <li>• Exportadores</li> </ul>

Nota:

<sup>1</sup> Se considera empresas que realizan actividades dependientes del puerto a aquellas que directamente se encargan de facilitar la manipulación, carga o descarga de mercancías en el puerto.

<sup>2</sup> Se considera empresas que realizan actividades relacionadas con el puerto a aquellas que están relacionadas con la producción, proceso, fabricación o transporte de mercancías que utilizan el puerto (en este estudio se limita a los sectores de manufactura, minería, agricultura y transportes, así como las actividades determinadas entidades y agencias públicas).

<sup>3</sup> Se incluye en este grupo las actividades que sin estar relacionadas con el puerto existen por el hecho de que el puerto existe citando como ejemplo actividades en el entorno de la carretera que da acceso al mismo.

Fuente: Elaboración propia basado en Kaufmann (1979).

**Tabla 3. Metodología para la determinación de los impactos secundarios o estimación de ahorros en el coste de transporte por razón de la existencia del puerto.**

<u>Autor</u>	<u>Metodología de determinación de los impactos secundarios</u>	<u>Estimación de ahorros en coste de transporte</u>
The Port of Portland (n/a)	No se calculan	No se calculan
Rudy (1961)	No se calculan	No se calculan
Roesti et al. (1964)	Estimaciones basadas en EIEP previo (Puerto de Stockton, California)	Estimación de los ahorros unitarios por las mercancías embarcadas / desembarcadas en el puerto
Conn (1966)	Estimación Basada en la experiencia del autor y otros EIEP	Diferencial entre el coste del transporte marítimo y su alternativa (transporte por ferrocarril y barcaza).
Erbuth (1966)	Estimaciones basadas en coeficientes multiplicadores de comunidades de similar características.	No se calculan
Hille & Suelflow (1970)	Ninguno	No se calculan
Bragg (1972)	Modelo Input-Output y multiplicadores del sector del petróleo y refinería	No se calculan
Gruen, Gruen & Associates (1972)	Multiplicador Input-Output ajustado de otro estudio previo (se cita un EIEP en el puerto de Seattle de 1969 pero no se indica cual)	No se calculan
Schenker (1972)	Estimaciones basadas en estudios realizados en regiones cercanas (Estudios realizados por el Southeastern Wisconsin Regional Planning Commissioning para esta región)	No se calculan
Oregon Department of Transportation (1973)	Análisis basado en teoría económica: determinación de la base económica siguiendo una aproximación de requerimientos mínimos (Ullman & Dacey, 1960 )	Coste mínimo del transporte de las mercancías movidas en el estado menos el coste mínimo de transporte sin la presencia del puerto
Ryan y Adams (1973)	Análisis basado en teoría económica (sin aportar datos sobre los sectores utilizados)	No se calculan
Brag (1974)	No se calculan	No se calculan
Dunphy (1974)	Análisis basado en teoría económica: determinación de la base económica tomando	No se calculan



	hipótesis ad-hoc y metodología de Coeficientes de Localización	
Whitaker-Mohn (1974)	Estimaciones basadas en EIEP previo (Coeficiente Multiplicador '3.0' usado en el puerto de Stockton)	No se calculan
Carew (1975)	Estimación basada en la experiencia del autor en EIEP y un estudio previo el área metropolitana del puerto (California)	No se calculan
Stevenson & Kellog, Ltd (1975)	Análisis basado en TIO	No se calculan
Knapp et al. (1976)	Estimaciones basadas en estudios realizados en estudios de otra naturaleza (estudios sobre crecimiento del empleo en el área de estudio)	No se calculan
Williams-Kuebelbeck & Associates, Inc. (1976)	Enfoque desde la perspectiva de gastos e ingresos	No se calculan

Fuente: Elaboración propia basado en Kaufmann (1979).

## 2.2. El Port Economic Impact Kit.

Recogiendo todos estos estudios e inquietudes, Arthur D. Little, Inc. (1979) realiza un trabajo para la U.S Maritime Administration (MARAD) que, bajo el nombre "Port Economic Impact Kit", trataba de presentar una estandarización metodológica sobre la que se basasen estudios posteriores que permitiese su comparación. Dicha metodología resulta una adaptación ad hoc al caso portuario del clásico modelo TIO y desde su lanzamiento ha visto sucesivas adaptaciones como la de MARAD (1982), Temple, Barker y Sloane Inc. et al. (1985), MARAD (1995) y la lanzada en el año 2000 para ser implementada sobre un PC y que comprende un análisis de 30 sectores incluyendo modelización de las operaciones relativas a todo tipo de tráfico (contenedores, graneles líquidos, sólidos, carga general, automóviles, cruceros, pasajeros, ferries...) y obras de construcción y dragados (MARAD, 2000).

En esencia el Port Economic Impact Kit tal y como se presentó en 1979 establecía una metodología para determinar, por un lado, los impactos directos de las actividades directamente dependientes del puerto y lo que denominaba estimación de efectos secundarios. Para los primeros establecía la necesidad de hacer estudios de campo específicos en lo que en una primera fase determinar los usuarios y prestatarios de servicio del puerto, determinando el grado de dependencia de los mismos del puerto (ofrecía incluso los modelos a encuestas a implementar) y, en un segundo, proceder a tomar datos de su actividad. Para el establecimiento de efectos secundarios enunciaba que tres métodos eran posibles: i) la utilización de multiplicadores de base económica, ii) los multiplicadores de comercio interregional y, iii) las tablas de input-output.

La utilización de multiplicadores de base económica se basa en la consideración de dos grupos dentro de la región sometida a estudio. Una primera con las empresas que producen bienes y servicios que son exportados fuera de la región y una segunda con las empresas que realizan sólo un consumo local. Se trata éste de un procedimiento simple y que no requiere de una extensiva recopilación de datos o una profunda formación económica.

La utilización de multiplicadores de comercio interregional en EIEP fueron desarrollados partiendo de la teoría de determinación de ingresos Keynesiana (Keynes, 1936) y está basada en la relación entre los ingresos y las componentes que lo constituyen (consumo, inversiones, gastos gubernamentales, importaciones y exportaciones). Resulta un método un poco más complejo que el de multiplicadores de base económica, pero, a su vez, es más simple que el de TIO con el que presenta ciertas similitudes pero que, a diferencia de éste, no proporciona disgregación sectorial que permita analizar la relación entre diferentes sectores.

Por último, la premisa básica de la metodología TIO es establecer las relaciones por las que cada industria vende su producción a otras industrias o consumidores finales y en contrapartida compra bienes y servicios de otras industrias o productores primarios (capital o mano de obra). Siendo así, el rendimiento de cada sector se ve afectada por la demanda final y las interrelaciones sectoriales (Leontief, 1966). Desde el punto de vista teórico, la disgregación sectorial es la que permite una mejor y más acertada aplicación al caso portuario si bien, ha de considerarse como un método costoso en cuanto a la confección de dichas tablas y debe tomarse como referencia las publicaciones de organismos oficiales encargadas de recopilar estos datos.

Los autores enfatizaban en la necesidad de caracterizar con rigor los efectos de la empresa dependiente puesto que posibles errores en este cálculo se verían amplificadas al calcular los efectos de orden secundario.

### **2.3. Depuración y mejora de los EIEP: desarrollos en la década de los 80 y 90.**

Continuando con el desarrollo metodológico asociado a los EIEP, Davis (1983) vuelve a poner el foco sobre el objetivo de este tipo de estudios indicando que en general pueden englobarse en aquellos que tratan de evaluar los impactos de un puerto existente y aquellos otros que buscan determinar el impacto que producen cambios incrementales en la actividad portuaria y en sus servicios.

Para este autor, hasta la fecha la mayoría de los estudios se englobaban dentro de este primer grupo y respondían, tal y como otros autores ya habían señalado, a proporcionar una herramienta de “relaciones públicas” para los gestores portuarios en un marco más político que técnico-económico.

Señala que tres son las debilidades de los estudios desarrollados hasta la fecha y que cuatro metodologías han sido las empleadas en estos estudios.

En lo que se refiere a la metodología señala cuatro alternativas: i) aplicación de multiplicadores deducidos de estudios previos, ii) estudios de base económica basados en dividir la economía regional en un mercado “local” que no tiene relaciones comerciales fuera de la región y un mercado “exportador” que sí lo tiene, iii) análisis de ingresos y gastos o análisis de multiplicador keynesiano y iv) metodología TIO o método Leontief de coeficientes técnicos constantes. La adopción de uno u otros métodos debiera depender de los recursos disponibles siendo los más económicos los primeros y los más costosos los últimos; pero también los más apropiados los últimos pues van superando sucesivas debilidades de los modelos anteriores. En la Tabla 4 se presenta un resumen de la metodología usada por algunos autores relevantes mencionados con anterioridad.

En cuanto a los defectos Davis (1983) señala los siguientes: i) inadecuada determinación de qué son impactos primarios del puerto, ii) fallos metodológicos en la forma de evaluar los efectos secundarios y iii) el incorrecto uso de los resultados de los estudios para evaluar los cambios en el nivel o volumen de las actividades portuarias.

Para este autor, la debilidad inherente a la deficiente evaluación de efectos directos de las actividades portuarias proviene de que en muchas TIO utilizadas no existía un elemento (fila y columna) que incluyese específicamente el sector portuario lo que obligaba a realizar asunciones sobre qué sectores debían ser considerados en los estudios. Esto, no se hacía siempre de una manera homogénea (distintos estudios utilizaban distintas filas y columnas) lo que se justificaba porque la estructura de relaciones entre sectores puede ser cambiante en cada región. Para solventar esta carencia, la Autoridad Portuaria de Nueva York - New Jersey había promovido una reformulación de las tablas nacionales *input - output* incluyendo como sector específico la “industria portuaria” (MARAD, 1978).

**Tabla 4. Métodos y autores para la realización de EIEP.**

<b>Método</b>	<b>Autor</b>
Multiplicadores y otros datos deducidos de estudios previos	Anderson (1964) Conn et al. (1966) Roestim et al. (1964) Gruen, Gruen & Associates (1972) Condor & Tynerson (1972) Dunphy & Chang (1973) Ryan & Adams (1973) Pender & Wilder (1974) Carew (1975) Knapp et al. (1976)
Análisis de ingresos y gastos (multiplicador Keynesiano)	Williams-Kuebelbeck & Associates Inc. (1976) McMullen & Associates Inc. (1978) Booz-Allen & Hamilton Inc. (1982)
Análisis de Base Económica	Anderson (1964) Erbguth (1966) Oregon Department of Transportation (1973) Dunphy & Chang (1973) Ryan & Adams (1973)
Meotodología TIO	Anderson (1964) Armenakis et al. (1970) Port of Seattle Commision (1971) Bragg (1974) Carew (1975) Hille (1975) Mulligan & Collins (1975) Stevenson & Kellog, Ltd (1975) Economics Research Associates (1976) MARAD (1978) Williams-Kuebelbeck & Associattes, Inc. (1978) Standford Research Institute (1979) Beeman Associattes & Mannalytcis (1980) Temple y Barker & Stone Inc. (1982)

Fuente: Elaboración propia basado en Kaufmann (1979) y Davis (1983).

En lo que se refería a la forma de evaluar los efectos secundarios, el autor señala las principales deficiencias de cada una de las metodologías anteriores para concluir que, el más acertado resulta el análisis de las TIO porque es capaz de identificar diferentes multiplicadores para cada uno de los sectores económicos del modelo algo que no es posible con los modelos de base económica o de ingresos y gastos.

Por lo que se refiere a los defectos derivados de la evaluación de los cambios en el volumen o nivel de las actividades portuarias cita como ejemplo: i) que los efectos introducidos por los multiplicadores se miden en términos medios y no en marginales cuando pequeños cambios en la actividad portuaria deberían tener en consideración estos últimos y, ii) que la propia formulación de coeficientes técnicos constantes no es capaz de capturar cambios tecnológicos y que en estudios de largo plazo este tipo de avances deberían inducir cambios en los coeficientes como respuesta de los factores económicos a los mismos y la acomodación de éstos en las relaciones entre sectores.

Otros autores que han ayudado a depurar las técnicas de EIEP basados en modelos de TIO han sido Yochum y Arwal (1987, 1988). Estos investigadores presentan un estudio con el que tratan de solventar carencias de estudios anteriores en lo que se refiere a simplificaciones para evaluar los impactos directos y presentan una nueva técnica basada en TIO para abordar problemas que se han puesto de manifiesto en la estimación de impactos secundarios. Aplican su modelo en el EIEP desarrollado en Port of Hampton Roads (Virigina, USA) con datos de 1984.

Estos autores propusieron una nueva aproximación para la elaboración de EIEP siendo su principal contribución la adopción de un criterio homogéneo y una metodología común para calcular el impacto primario de los puertos definiendo previamente el grado de dependencia que las empresas de su hinterland tienen en relación a esta infraestructura. Este enfoque será posteriormente seguido por multitud de autores superando la falta de investigación que sobre el particular había sido puesto de manifiesto por Davis (1983).

En lo que se refiere al criterio, estos autores distinguen entre aquellas empresas que son necesarias para el funcionamiento del propio puerto (*“required industries”*), las que han elegido su localización en consideración de la presencia del puerto y la influencia que en sus costes de transporte y logísticos esto tiene (*“attracted industries”*) y las que se benefician de la presencia del puerto y han podido expandir su mercado con importaciones o exportaciones a través de él pero cuya decisión de localización no es estrictamente dependiente de la existencia del puerto (*“induced industries”*).

En lo que se refiere al segundo grupo de empresas, de no existir el puerto éstas se verían tan severamente afectadas que se plantearían el cierre o desplazar sus actividades a otras localizaciones pudiendo ser consideradas junto con el primer grupo como empresas íntegramente generadoras de impacto primario y, por tanto, empresas dependientes del puerto. En el caso del último grupo, sólo un porcentaje de las actividades de estas industrias puede ser atribuido al puerto, siendo necesario estimar cuál es el porcentaje adecuado puesto que de no existir el puerto estas empresas ajustarían sus actividades, pero no necesariamente cerrarían o se deslocalizarían.

Por ello y desde el punto de vista metodológico es necesario a juicio de los autores realizar una campaña intensiva de campo con encuestas a las empresas asentadas en el hinterland del puerto determinando el porcentaje de sus empleados que están directamente relacionados con las actividades del mismo. En ausencia de datos de campo, estos autores proporcionan una tabla de referencia con el tipo de actividad y el porcentaje de ocupación extraído de su caso práctico.

Adicionalmente estos autores identifican algunas constricciones para identificar los impactos secundarios producidos en el puerto que tiene que ver con que los modelos TIO casi nunca consideran la industria portuaria como un elemento específico dentro del mix inter-industrial, por lo que es necesario establecer hipótesis sobre que otras industrias pueden considerarse dentro de este capítulo y en qué proporción.

Aunque es cierto que esta carencia de datos podría ser parcialmente cubierta con las encuestas a las empresas si éstas proporcionasen datos sobre el volumen de actividades y facturación con las empresas que hemos identificado arriba (en cualquiera de sus categorías); no es menos cierto que muchas empresas no proporcionan dichos datos en aras de un lógico celo de protección y secreto comercial.

Para solventar este problema los autores desglosan los ingresos promedio relacionados con el puerto en categorías de gastos según las estimaciones incluidas en la Encuesta de Gastos del consumidor del Departamento de Trabajo de Estados Unidos y los gastos se procesan a través de las tablas I-O de cada sector industrial particular. Citan como ejemplo cómo los gastos promedio para una categoría de ingresos específica en las compras al por menor se procesan a través del sector de comercio minorista del modelo.

Para superar la barrera metodológica relacionada con la inexistencia de filas y columnas específicas de industria portuaria algunos autores habían propuesto modelos alternativos como los modelos de control de grupo de Isserman y Merrifield (1982) que han tenido poco recorrido científico. Posteriormente otros investigadores proponen alternativas como la utilización de modelos basados en encuestas de los propios Yochum y Agarwal (1988) o Gripaios y Gripaios (1995), los modelos de oferta - demanda de de Salvo (1994), los modelos de elasticidad de los precios de demanda (de Salvo & Fuller, 1995), los modelos usando coeficientes de localización de Musso et al. (2000), o los de equilibrio general con consideración espacial de Bichou (2007) o

Haddad et al. (2010) sobre los que más tarde volveremos para no romper la descripción cronológica adoptada en este artículo.

Autores como Randall (1988) amplían el foco de las actividades a desarrollar por las Autoridades Portuarias, investigando el efecto derivado de inversiones no estrictamente portuarias (desarrollo de suelo, construcción de infraestructuras colaterales como accesos, puentes o túneles) y las consecuencias positivas tanto para el desarrollo del puerto como para el fortalecimiento de las relaciones entre el puerto y su comunidad local.

La literatura académica sobre este tema siguió creciendo a finales de la década de los 80 y comienzos de la 90 con muchas realizaciones entre las que cabría destacar las de Behan (1988), de Salvo y Fuller (1988), Conway et al. (1989), Warf y Cox (1989), Braun (1990), Opuku, (1990), Pinfold (1991), de Salvo (1994), Gripaios y Gripaios (1995) y de Salvo y Fuller (1995).

Estos últimos autores, analizando el rol de la elasticidad del precio del lado de la demanda en los impactos económicos llegaban a la conclusión de que utilizando una aproximación estándar como la que se venía implementando (refiriéndose específicamente al *Port Economic Impact Kit* de MARAD) los impactos eran sobreestimados ya que se asume implícitamente que todas las actividades de importación y exportación de una región se hacen cero en el caso de cese de actividad del puerto por el que se transportan dichas mercancías algo que, obviamente, no es cierto con carácter general. Para ello realizan un estudio sobre el puerto de Tampa (Florida, USA) y ofrecen una metodología alternativa con la que contrastar los resultados y cuantificar la posible sobre-estimación (que en su caso experimental evalúan en rangos del 93% para las exportaciones y del 96% para las importaciones).

Dicha metodología que se resume en de Salvo y Fuller (1995) pero que se describe con más detenimiento en de Salvo y Fuller (1988) solo aborda el cálculo del impacto directo de los puertos y no incorpora avances en lo que se refiere a los efectos indirectos para los que se sigue proponiendo la utilización de metodología TIO para estimar los coeficientes multiplicadores. El método parte de la recopilación de los datos de los precios medios y volúmenes de mercancías declarados ante el Departamento de Comercio por las empresas de la zona de influencia del puerto, que se comparan con el volumen de dichas mercancías que realmente pasan por el puerto (utilizando los datos de la Autoridad Portuaria) y a los que se aplican unos coeficientes de elasticidad de la demanda que se toman de diferentes fuentes bibliográficas. Con ello se calcula la cuota de mercado de cada mercancía y la cuota de mercado “ajustada” (afectada por el coeficiente de elasticidad) para lo que se utilizan curvas de estimación precio - demanda de tipo lineal y con las que se calcula: i) cuál es la sensibilidad al cambio de precio de las mercancías para aquellos compradores de dichas mercancías que denomina “no impactados”, ii) cuál es la sensibilidad de las importaciones locales a cambios en el precio en la zona “impactada”. Considerando la cuota de mercado ajustada por la elasticidad y aplicándoles un coste unitario de transporte marítimo (fletes, costes portuarios, costes aduaneros) y de transporte terrestre (incluyendo el propio transporte y los seguros) estimados por los autores en base a datos reales calcula cuál es el impacto directo en el caso de cierre del puerto que compara con los resultados que se hubieran obtenido utilizando el Port Economic Impact Kit de MARAD.

#### **2.4. El periodo de expansión. EIEP en el siglo XXI. Aparición de métodos alternativos.**

El hecho es que, a lo largo de los años, el número de realizaciones no ha dejado crecer pudiendo encontrar, como ya indicaban Villaverde-Castro y Coto Millán (1997) dos tipos de trabajos. Aquellos de naturaleza más académica o científica promovidos desde universidades o centros de investigación y aquellos de carácter más comercial realizadas por empresas consultoras para diferentes organismos portuarios.

Ejemplo destacado de estos últimos tendríamos a Martin Associates LLC quienes ya en el año 2008 habían reportado haber realizado más de 300 EIEP (Martin Associates, 2008) y que a la fecha hacen extensivo a un conjunto de 73 puertos fundamentalmente de Estados Unidos y Canadá (Martin Associates, 2017) y sobre los que realizan periódicas actualizaciones, lo que

permitirá futuras líneas de investigación centradas en determinar el carácter evolutivo de los impactos portuarios en las regiones (como ejemplo citaríamos las actualizaciones realizadas sobre el puerto de Portland de Martin Associates 2007a, 2012, 2016a).

Rodríguez-Dapena (2005) proporciona una revisión de la metodología para los EIEP y se proporciona una interesante comparativa de los estudios realizados hasta la fecha en un conjunto de 21 Puertos del Sistema Portuario Español, discriminando entre los efectos de la industria portuaria y la industria dependiente y discutiendo cuestiones metodológicas y la utilización de herramientas de predicción o simulación en el marco de la evaluación económica del papel de los puertos. Para este autor el enfoque de los EIEP podía limitarse a un análisis estático de un puerto existente o centrarse en el análisis de un proyecto de nuevo puerto o expansión de uno existente con técnicas de previsión o simulación (ex ante o ex post) en el que se analicen escenarios de ampliación, paralización total o parcial del puerto o cambios en la oferta portuaria (p.e. impactos de políticas tarifarias).

Bichou (2007) ofrece una nueva clasificación de la tipología de estudios que han venido desarrollándose. Así, a los ya citados estudios basados en TIO, incluye los modelos de equilibrio general o CGE (computable general equilibrium) y modelos de gravedad (gravity models).

Los CGE (Arrow & Debreu, 1954) son métodos de análisis cuantitativo que combinan teoría económica con datos económicos reales y que están especialmente indicados para evaluar el impacto económico introducido por la adopción de reformas e implantación de diferentes medidas políticas. En ambiente portuario han sido utilizados en puertos japoneses (Doi et al. 2002), brasileños (Haddad et al., 2010), de Taiwan (Chen et al. 2011), o en aplicaciones colaterales como el análisis del impacto regional de un corredor ferroviario con origen en el puerto de Algeciras (Cardenete-Flores & López-Cabaco, 2016).

Los modelos de gravedad en comercio internacional (Tinbergen, 1962) tratan de predecir los movimientos comerciales basándose en los tamaños de las economías (utilizando generalmente el PIB como indicador) y la distancia entre las mismas. Presentan como ventaja respecto a los modelos TIO o CGE que son menos intensivos en lo que se refiere a los requerimientos de datos para componer el modelo (Costacurta de Sá Porto, 2010) siendo de más rápida y fácil aplicación. En ambientes portuarios se ha utilizado para proporcionar una estimación del tamaño del hinterland de una terminal de contenedores realizando una partición espacial del territorio (Yang, 2002; Yang et al., 2011, 2012), el ámbito territorial asociada a una línea de cabotaje de contenedores (Vido, 2004; Sheng et al., 2013), o el rol de los puertos en las exportaciones y flujos comerciales de sus regiones o estados como los estudios de Costacurta de Sá Porto (2010) sobre el sistema portuario Brasileño o los de Onyemehi et al. (2014) para analizar el caso nigeriano.

Autores posteriores como Pallis et al. (2009a, 2009b, 2011) y Coto-Millán (2010b) también ofrecen criterios de clasificación metodológica de los EIEP.

Por último, de la Peña (2018a) indica como desde la primera década de los 2000 una nueva escuela de EIEP se ha desarrollado en China utilizando como técnica de análisis la modelización dinámica, paradigma de programación presentado originalmente por J.W. Forrester y desarrollado con posterioridad por sus discípulos del MIT. Entre autores de esta corriente, con una clara componente ambientalista, destacan Han (2006), Cui (2007), Yang (2007), Cao (2009), Zhao (2009), Liu et al. (2010), Zhang (2010), Wang (2010), Xiaodong et al. (2010), Fu (2011a, 2011b), Dai (2012), Xing (2012), Gao (2012), Yang (2012), Li y Wang (2012), Wang et al. (2013) y Yu et al. (2014).

Todos estos autores encuentran un campo de investigación apropiado por el crecimiento exacerbado que ha experimentado China en los últimos años con el consiguiente incremento de sus exportaciones y las grandes tensiones introducidas en su sistema portuario y con ello en el medio ambiente y ciudades/regiones en que se han desarrollado sus obras de expansión. Con carácter general, desarrollan los diagramas causales en los que se establecen las relaciones entre

distintas variables económicas y ambientales que modelizan con la ayuda de distinto software de Simulación Dinámica (SD).

Sin necesidad de describir con detalle los estudios de todos estos autores (cuya descripción detallada se encuentra en de la Peña (2018a)) podemos tomar como ejemplos representativos a Zhao (2009) y Liu et al. (2010).

El primero trata de analizar el desarrollo portuario bajo un balance global de los efectos que produce en el desarrollo urbano. Sin negar los efectos positivos de las actividades portuarias, éstas se ponen en contrapunto con los fenómenos de ocupación de la línea de costa, la contaminación inducida por sus actividades y la posible alteración del equilibrio ecológico de la zona donde se asientan. El enfoque es, por tanto, el de restar a los efectos positivos producidos por el puerto, las externalidades que éste genera, de tal manera que se consiga una “contribución verde” del puerto a la ciudad.

Los segundos siguen avanzando en el estudio analítico de “ciudades portuarias” bajo aproximaciones SD. Sus estudios son más en términos de los efectos que induce el puerto en el entorno (como consumidor de recursos o introductor de efectos ambientales) que del propio análisis de las operaciones portuarias, aceptando los propios autores que su enfoque está basado en un “concepto verde” que no ocultan ni en el propio título del artículo y que venían siendo tratados por autores anteriores como Han (2006) quien empieza a analizar de una manera cuantitativa mediante modelización SD las externalidades que producen los puertos, o Zhao (2009) quien utiliza la misma terminología de “puerto verde”. Consideran como aspectos relevantes del medio: el desarrollo económico (aspectos positivos que miden en forma de la contribución del puerto al PIB de su zona de influencia) y el consumo de recursos o la contaminación inducida (estos dos últimos, aspectos negativos que evalúan por ejemplo en los insumos de agua o consumos energéticos de las industrias relacionadas con el puerto) y lo aplican como caso experimental concreto al puerto de Shanghai (China). Los autores desarrollan para este puerto escenarios interactivos que simulan hasta el año 2020 y en los que consideran conjuntamente medidas de reestructuración industrial, realización de inversiones portuarias, ahorros energéticos y reducción de emisiones. Determinan finalmente como los sistemas SD pueden ser una herramienta eficaz para la toma de decisiones evaluando de una manera global las consecuencias ambientales de las decisiones tomadas como palanca para proporcionar un desarrollo sostenible.

### **3. Utilidad, justificación y crítica de los EIEP.**

La utilidad de los EIEP como herramienta con la que resaltar el efecto multiplicador del puerto y los beneficios de sus actividades ha sido un elemento puesto de manifiesto y discutido en muchos estudios ya citados (Waters, 1977; Chang, 1978; Suykens, 1989; Gripaios & Gripaios, 1995; Verbeke & Debisschop, 1996).

Sin embargo, la utilización de estos estudios con ese carácter exclusivo dentro de la esfera política no ha dejado de estar exenta de polémica y crítica científica. Entre los autores que han abordado los estudios de impacto económico bajo este tamiz crítico advirtiendo a cerca del riesgo de sobreestimación de resultados podríamos destacar a Davis (1983), Gripaios y Gripaios (1995), Verbeke y Debisschop (1996), Gripaios (1999), Crompton (2006), Musso et al. (2006), Musso et al. (2011) y Danielis y Gregori (2012; 2013).

Probablemente el más crítico de todos ellos sea Crompton (2006) quien a través de una serie de ejemplos prácticos explicita los abusos que se hacen de este tipo de estudios en el caso concreto de estudios de repercusión económica de eventos y competiciones deportivas pero que bien pueden ser extrapolables a ambientes portuarios. Entre los defectos que este autor indica encontraríamos los siguientes:

1. Los resultados de los estudios pueden venir viciados *ex ante* por el interés de su promotor (usualmente la Autoridad Portuaria en el caso de los EIEP) en magnificar los efectos positivos de la actividad que promueve.
2. Consideración como un impacto de la actividad el consumo de los residentes locales, cuando de no realizarse la actividad elegirían una actividad alternativa dentro de esa misma comunidad (y, por tanto, no generando ningún valor real sino desplazamiento de los flujos). En el caso de los EIEP éste sería el efecto puesto de manifiesto por de Salvo y Füller (1988, 1995) quienes con el modelo de elasticidad antes indicado explican cómo es errónea la hipótesis de muchos autores que consideran que la actividad económica asociada a una determinada mercancía que utiliza el puerto se hace cero en el caso de que el puerto deje de existir.
3. Inapropiada agregación geográfica. Esto puede ocurrir cuando la escala geográfica del área sometida a estudio varía y se agregan los impactos de dos estudios como simple suma de los impactos individuales de cada uno de estos estudios, ignorando los solapes que pueden existir entre ambos modelos (de tal manera que puedan producirse problemas de doble contabilización). Este efecto también se puede producir al tomar separadamente dos EIEP que pueden considerar en sus estudios demanda la misma mercancía, siendo especialmente aplicable al caso de los tráficos desviados que describimos en el apartado 4 o tal y como exponen Goss (1990), Musso et al. (2011) o Danielis y Gregori (2012) cuando las rentas generadas por determinada actividad portuaria se computan a su región cuando en realidad se “drenan” a otras más lejanas.
4. Efectos “*time-switchers*” y “*casual*”: contabilización como impactos creados por una actividad, impactos que en realidad se generan por otra distinta. Pone como ejemplo cómo en determinadas ocasiones una persona puede acudir circunstancialmente a un evento deportivo porque está de visita a una ciudad (o hace coincidir una visita ya decidida con el evento aprovechando su celebración) pero que el motivo de la visita a la ciudad no es el evento sino otro distinto. De no existir el evento, esta persona hubiera acudido de igual modo a la ciudad, pero escogido otro momento y/o actividad de ocio (con lo que no existe generación de valor por la celebración de dicha actividad). En el caso de los EIEP esta errónea contabilización también es posible en el caso de aquellas mercancías que, de no existir el puerto, seguirían estando presentes en la región, pero utilizarían otros modos de transporte u otro puerto alternativo.
5. Abuso en el uso de multiplicadores: i) inclusión del consumo de residentes locales en el evento (que en realidad no añade nuevo valor en el sistema) algo que ocurre en los EIEP si tenemos en cuenta que parte de los trabajadores que se consideran dependientes del puerto no abandonarían la zona en el caso de que el puerto no existiese (pudiendo encontrar un puesto de trabajo en una actividad que ha sido desplazada por la presencia del mismo), ii) enfatización y mal uso del multiplicador de ventas (que produce un mayor efecto económico que el multiplicador de ingresos pero es menos apropiado que este último para valorar el impacto económico real sobre los residentes de la zona); iii) mal uso del multiplicador de empleo (relacionando efectos como la asunción de que todos los puestos de trabajo están empleados al 100% y por tanto que cada hora adicional de trabajo producida por el evento supone un nuevo trabajador; con la contabilización de las horas de empleo parcial con la misma consideración que los de tiempo completo ignorando el hecho de que un evento de estas características puede no incrementar el número de horas totales de trabajo sino desplazar ciertas tareas que hacen empleados fijos para acomodarse al pico de actividad que introduce el evento, de tal manera que no sea necesario contratar a un trabajador eventual siendo este trabajo asumido por alguien que ya trabaja; o por la asunción de que todas las horas adicionales de trabajo serán asumidas por residentes locales y no por empleados que vengan de áreas externas) (efecto que también puede “contaminar” los EIEP y para lo que es necesario determinar cuál es el grado de dependencia de un empleo a la existencia del puerto tal y como hemos visto que abordan Yochum y Agarwal (1987)) y, iv) fallo en la contabilización de los volúmenes de ventas que siendo adquiridos en la región donde se



celebra el evento son producidos total o parcialmente en otra región pero se contabilizan exclusivamente en la primera (“*capture rates*”) (efecto que de igual manera se puede dar en un EIEP si se incorporan como impactos positivos asociados a la actividad portuaria productos y servicios que en realidad provienen de otra región).

6. No consideración de los costes de oportunidad, es decir, que otros efectos positivos se hubiesen producido de no derivarse los recursos a la actividad que se evalúa (sino a otra de distinta naturaleza o simplemente reteniéndolos sin utilización) y necesidad de “netear” los efectos positivos de una determinada actividad con la de sus posibles sustitutas. De igual modo este efecto también está presente en los EIEP, en tanto que la actividad portuaria puede desplazar potencialmente otras actividades (ocio y turismo, pesca, desarrollo inmobiliario...) cuyos posibles efectos positivos no se evalúan en los EIEP y se descuentan del impacto generado por el puerto.
7. No consideración de los costes de desplazamiento que se producen cuando, por ejemplo, un visitante a un evento ocupa una plaza hotelera que hubiese sido utilizada por otro visitante a la ciudad pero que no hubiera acudido al mismo. Este efecto también puede darse en los EIEP cuando determinados tráficos movidos a través de un puerto y considerados en el estudio desplazan a otros tráficos complementarios o sustitutorios que no utilizarían el puerto dentro de su logística.
8. No consideración de las externalidades y costes soportados por las comunidades locales con el desarrollo de la actividad valorando sólo los efectos positivos. De igual modo, las externalidades asociadas a impactos ambientales o situaciones de congestión no suelen ser incorporados en los EIEP algo que, como veremos en el apartado 4, puede abordarse a través de metodologías Coste - Beneficio.
9. Inadecuada expansión del alcance del proyecto o actividad que se somete a análisis, añadiendo al impacto de una actividad concreta los de otras actividades que en realidad no están relacionados con la misma y que se incluyen en el estudio para hacer ver un impacto más positivo que el realmente producido. Los EIEP pueden igualmente adolecer de esta deficiencia si, por ejemplo, se considera determinada actividad o empresa dentro de los efectos primarios cuando realmente dicha actividad no es dependiente del puerto y se magnifica aguas arriba cuando además se incorpora un coeficiente multiplicador para estimar los impactos secundarios.
10. Exageración de la demanda (número de visitantes en el ejemplo usado por el autor, o número de toneladas movidas por el puerto en un ejemplo portuario).
11. Incorporación en los estudios del impacto estimado que produce el excedente del consumidor (p.e. lo que un usuario estaría dispuesto a gastarse en un evento), que puede legítimamente usarse como indicador del valor económico de una actividad, pero que no refleja el impacto real en la economía de la misma (gasto real que el visitante realiza). Esta desviación se hace presente en los EIEP a través de las propias hipótesis de la metodología TIO y el efecto de los coeficientes multiplicadores.

Musso et al. (2011) defienden la utilización de los EIEP en el marco de los procesos de aprobación de las expansiones portuarias y lo justifican sobre la necesidad de contraponer los efectos positivos y negativos de estas inversiones y en el que el desarrollo de estas infraestructuras se completa como un *trade-off* entre el efecto positivo en términos de empleo e ingresos locales y la oposición local que suele acompañar a estos desarrollos. Al tiempo, estos autores indican como los impactos económicos de los puertos están drenándose y ciertos efectos locales se están trasladando a una mayor escala (efectos regionales, nacionales o supranacionales) toda vez que los usuarios del puerto extraen las rentas producidas en los puertos en los que operan y las trasladan a localidades más lejanas produciéndose una auténtica reorganización de los costes y beneficios de los puertos en un ambiente dinámico de evolución del hinterland portuario. Estos

autores proponen que se evalúen con mayor detenimiento las externalidades que produce el puerto y reclaman un estudio más detallado de la distribución territorial de efectos.

Musso et al. (2006) ya habían tratado este asunto desde esta perspectiva advirtiendo del riesgo de que las comunidades locales valorasen sus puertos como menos “deseables” al sufrir los costes de su desarrollo pero no retener los beneficios del mismo, enfoque anunciado una década antes por Goss (1990) al detectar cuatro riesgos que podían hacer que un desarrollo portuario no fuese necesariamente una buena herramienta para promover el desarrollo local: i) drenaje de los beneficios del proyecto a otras comunidades más alejadas, ii) mejora de infraestructuras que puedan animar las importaciones a través del puerto que mejoran su competitividad con respecto a productores locales, iii) potencial mayor presión fiscal e impositiva necesaria para la realización del desarrollo portuario que afecta a ciudadanos y empresas locales y iv) menor empleo local y contención de costes de mano de obra soportados por comunidades locales dado que la demanda agregada de mano de obra en una economía es determinada por efectos macroeconómicos, de tal manera que puertos compitiendo entre sí por una cuota de un mercado de tamaño dado puede derivar en la necesidad de implementar política de reducción de costes y adopción de medidas de mayor productividad. A estos efectos habría que añadir: v) la ocupación de la costa y la presión en precios del suelo externalidad soportada por las comunidades locales y, vi) los efectos que la congestión y operación cerca de umbrales de capacidad introduce en las zonas de influencia del puerto (Musso et al., 2011).

Acosta-Seró et al. (2009) sintetizan otras debilidades de la metodología de TIO que engloban en varios grupos genéricos. Los primeros de carácter técnico son el ya citado carácter estático de los estudios que supone a fin de cuentas que los inputs son proporcionales a los outputs (supuesto de linealidad) y que los precios relativos son fijos; la no incorporación de restricciones en la demanda o economías de escala, efectos sinérgicos o cambios tecnológicos que afecten a las relaciones intersectoriales. Otros más específicos del caso portuario se basan en la inexistencia de una definición comúnmente aceptada de industria portuaria, la adopción de procedimientos alternativos que dificulta la comparación de resultados y las debilidades cuando estos estudios son utilizados para estimar cambios en el volumen de servicios prestados en el puerto (consideración media *versus* marginal). Como autores en los que se apoyan para citar estas debilidades se encuentran los ya citados Waters (1977), Chang (1978), Davis (1983) y otros más recientes como Verbeke y Debisschop (1996) o Weisbrod y Weisbrod (1997).

En una línea parecida, Danielis y Gregori (2012) ponen de manifiesto que es importante conocer las diferencias metodológicas que existen entre unos y otros estudios para evitar errores de interpretación o establecer comparaciones equivocadas. Estos mismos autores han sido incluso críticos con el empleo de estos estudios con la finalidad arriba señalada indicando cómo es fácil exagerar el impacto de los puertos en su zona de influencia, poniendo de manifiesto que con el trascurso del tiempo y en algunas ocasiones los puertos ni generan todo el empleo que indican estudios anteriores, ni sirven a las industrias situadas en el entorno inmediato del puerto sino a otras más alejadas de la zona donde están establecidos y, por tanto, no reportando los beneficios locales que se pretenden poner de manifiesto para conseguir el apoyo de las comunidades. Utilizan para ello un análisis de los puertos de Plymouth (UK).

A idénticas conclusiones habían llegado Gripaios y Gripaios (1995) y Gripaios (1999).

La posible sobreestimación de los efectos económicos de un puerto ya había sido enfatizada por Davis (1983) y Verbeke y Debisschop (1996). Para los primeros, la falta de datos llevaba a una subjetiva valoración del grado de dependencia del puerto de las actividades desarrolladas en el mismo (fundamentalmente a lo que efectos indirectos se refiere). Para los segundos, incluso en EIEP bien formulados, no se tienen en cuenta ciertas externalidades y no permiten la consideración de precios sociales o en sombra con la que evaluar ciertos *inputs* y *outputs* (los estudios usualmente consideran el valor añadido a precios de mercado).

Rúa-Ferreño et al. (2014) defienden el uso de la metodología TIO en puertos, aplicando a un ejercicio práctico en los cuatro puertos gestionados por la Autoridad Portuaria de Baleares

(Islas Baleares, España). Comienzan el estudio poniendo de manifiesto las ventajas del método sin ocultar más adelante sus principales defectos. Dentro de las ventajas indican que siendo un método basado en equilibrio general permite observar el conjunto de relaciones intersectoriales mientras que a su vez permite diferenciar tres niveles de impacto (directo, indirecto e inducido) y es quizá uno de los enfoques más neutrales puesto que se realizan pocos juicios de valor y los que se hacen, se explicitan. En cuanto a los inconvenientes destaca los clásicos en relación a la existencia de recursos ociosos, los que tienen que ver con la rigidez de precios y relaciones lineales entre variables y, por último, la falta de actualización de las tablas que sirven de base e indisponibilidad de datos.

Otros autores como Villaverde-Castro y Maza-Fernández (2015) justifican el desarrollo de EIEP como un procedimiento alternativo a otros métodos para el análisis de la competencia y competitividad de un puerto frente a otros. Estos otros métodos serían aquellos basados en el estudio comparado de productividad y eficiencia, los estudios de matrices de competitividad interportuaria o los métodos basados en los estudios de desviaciones de tráfico, *hinterland* y *foreland* de los puertos en competencia.

Para estos autores un puerto con mayor impacto económico en su hinterland es más competitivo pues, a igualdad de otras condiciones, presenta ventajas tanto del lado de la demanda (al tener mayor clientes, proveedores y usuarios es menos sensible a descensos coyunturales de ésta), como de la oferta (un puerto de mayor impacto en la economía tiene más facilidad para lograr el apoyo social para realizar sus ampliaciones evitando que los ciudadanos se opongan por razones ecológicas o ambientales) como de la inversión (un puerto con mayor impacto presenta un mayor atractivo para las inversiones privadas).

#### **4. Estudios Coste / Beneficio y su comparación con los EIE utilizando metodología TIO.**

La distribución de los beneficios que una inversión portuaria produce es un tema tratado desde hace muchos años (Laing, 1977) que es abordado desde diversas metodológicas al margen de los EIE. Entre otros destacan los Análisis Coste - Beneficio (referenciados en adelante como CBA por su extendido uso en literatura científica derivado de su acrónimo en inglés), los Análisis Coste - Efectividad (referido como CEA por idénticos motivos) o los más completos análisis multicriterio.

Mientras los CBA ponen su acento en poner valor monetario a la medida del efecto que un determinado proyecto de inversión introduce, los CEA focalizan su análisis en el diferencial de costes entre dos situaciones (con o sin proyecto) en relación a sus resultados (efectos).

Los análisis CBA son la técnica de evaluación de proyectos de inversión más extendida, probablemente porque presentan los resultados de una manera comprensible cuantificando monetariamente cómo un proyecto contribuye al bienestar económico y social.

Como en cualquier procedimiento de evaluación, para entender debidamente su bondad es necesario conocer las hipótesis de partida (supuestos), las limitaciones metodológicas inherentes (simplificaciones) y los objetivos que trata de cubrir (retos y alcance del CBA) aspectos que deben quedar explicitados a la hora de presentarlo.

Los CBA tratan de evaluar las inversiones mediante el cálculo y comparación de costes y beneficios en dos escenarios (con y sin proyecto) a lo largo de un periodo de tiempo y calculando el Valor Actual Neto (VAN) del mismo.

Usualmente se abordan sobre la base de excedentes netos, realizando hipótesis de cómo evolucionaría la economía durante el periodo de evaluación hasta el año horizonte si el proyecto no se realizase y comparando este escenario con lo que pasaría si el proyecto se ejecutase.

En ocasiones se presentan los resultados en términos del ratio Beneficio (B) / Coste (C), entendido como el cociente entre los ahorros netos para el consumidor y los costes netos de capital y de operación y mantenimiento (Collier & ve Ledbetter, 1988), calculados mediante la siguiente expresión:

$$B/C = \frac{\text{Ahorros Netos para el consumidor}}{\text{Costes Netos de Capital} + \text{Costes Netos de Operación y mantenimiento}}$$

Los CBA están ampliamente extendidos para la evaluación de proyectos de inversión en materia de infraestructuras y, dentro de éstos han encontrado también un amplio desarrollo en el caso portuario (CBAP).

Los primeros CBAP trataban de determinar los beneficios generados por un proyecto de inversión a través del cálculo de los ahorros en coste que para el puerto y los armadores suponía la reducción del tiempo de paso de mercancía por el puerto y la cuestión se centraba en determinar si esos beneficios alcanzaban al consumidor (reducción en fletes y costes portuarios repercutidos en el coste final del producto) o los capturaban las navieras u otros agentes portuarios (en un mercado imperfecto en ausencia de competencia (Wanhill, 1978).

En el caso de los CBAP es preciso recibir relevantes inputs de naturaleza técnica y que tienen que ver con la forma de evaluación de las capacidades (oferta portuaria) y cómo evolucionarán los tráficoes (demanda portuaria). Con estos datos se debe conformar una estructura económica en el escenario sin proyecto (afectada, o no, por restricciones de capacidad a partir de determinado año e idealmente afectada por una estructura de costes que capture los fenómenos de saturación) y otra con proyecto (igualmente afectada, o no, por dichas restricciones pero como norma general en un año posterior a la situación sin proyecto toda vez que el objeto de la inversión suele ser un aumento de las capacidades portuarias con la construcción de nuevas obras de infraestructura -diques, muelles, explanadas de almacenamiento o aumentos de calado- o superestructura portuaria -grúas, almacenes...- o eliminación de cuellos de botella que la insuficiencia de infraestructura o superestructura introduce).

El cálculo suele abordarse mediante la estimación del excedente para el consumidor que se genera por la propia inversión y por los propios agentes (Autoridad Portuaria y usuarios y prestatarios de servicios en el puerto).

Para ello se suele discretizar el modelo calculando los costes y beneficios que generan tres categorías de tráfico: los que se mueven en el puerto en el año cero de la evaluación (tráficoes existentes), los que se mueven en otros puertos, pero son susceptibles de ser captados en las nuevas instalaciones (tráficoes desviados) y los que no existen a la fecha y se generarán a lo largo de la vida del proyecto (tráficoes generados). No cabe duda que en una adecuada y creíble determinación de estos niveles de demanda radicarán en gran medida la bondad de los resultados.

La forma de contabilizar los excedentes pasa por estimar los diferenciales de coste por disminución del tiempo de estancia de la mercancía en el puerto (causado por ejemplo por la mejora de la eficiencia que introduce las nuevas instalaciones) las menores distancias de transporte terrestre (típico efecto en caso de tráficoes desviados asumiendo que tal desvío se producirá) o los beneficios para el consumidor por la aparición de nuevos tráficoes. En la Tabla 5 presentamos a título de ejemplo como de Rus y Betancort (2012) abordan dichos cálculos para el caso concreto de la ampliación del Puerto de Sagunto (Valencia, España).

**Tabla 5. Fórmulas de evaluación de excedente de consumidor.**

Categoría Tráfico	Evaluación del Excedente del Consumidor
Tráficos Existentes	$\Delta EC = \sum_i (g_{it}^0 - g_{it}^1) q_{it}^0 = V_t (\tau_{it}^0 - \tau_{it}^1) q_{it}^0$
Tráficos Desviados	$\Delta EC = \sum_i (g_{it}^0 - g_{it}^1) (q_{it}^0 - q_{it}^1) = V_t (\tau_{it}^2 - \tau_{it}^1) (q_{it}^0 - q_{it}^1)$
Tráficos Generados	$\Delta EC = \frac{1}{2} \sum_i (g_{it}^0 - g_{it}^1) (q_{it}^0 - q_{it}^1) = \frac{1}{2} V_t (\tau_{it}^0 - \tau_{it}^1) (q_{it}^0 - q_{it}^1)$

$\Delta EC$  es la variación del excedente del consumidor

$g_{it}^0$  es el precio generalizado sin proyecto para cada tráfico “i”

$g_{it}^1$  es el precio generalizado con proyecto para cada tráfico “i”

$q_{it}^0$  es el tráfico sin proyecto (con o sin restricciones) para cada tráfico “i”

$q_{it}^1$  es el tráfico con proyecto (con o sin restricciones) para cada tráfico “i”

$V_t$  es el valor del tiempo para una tonelada de mercancía

$\tau_{it}^0$  es el tiempo de estancia para cada tipo de tráfico “i” en situación sin proyecto y en el puerto en el que se está realizando la evaluación

$\tau_{it}^1$  es el tiempo de estancia para cada tipo de tráfico “i” en situación con proyecto y en el puerto en el que se está realizando la evaluación

$\tau_{it}^2$  es el tiempo de estancia para cada tipo de tráfico “i” en situación sin proyecto en el puerto desde el que se produce el desvío

Fuente: Elaboración propia basada en de Rus & Betancort (2012).

Varias son las simplificaciones más habituales en los CBA portuarios: i) no cuantificación de los impactos ambientales y las externalidades negativas que éstas ocasionan, ii) no consideración de los fenómenos de congestión y el coste que esto introduce en el sistema, iii) no consideración de las externalidades positivas que introducen los denominados *Wider Economic Benefits* (WEB) de difícil cuantificación y que tienen que ver con que los precios de bienes y servicios difieren del coste para la sociedad en su conjunto (por efectos tales como aglomeración, cambios de producción en mercados imperfectos o efectos en los ingresos fiscales desde el mercado laboral) (UK Department of Transport, 2018), iv) no consideración de los efectos indirectos bajo la premisa de que no existen distorsiones significativas en estos mercados secundarios (de Rus & Betancort, 2012) o v) consideración durante toda el periodo de evolución del proyecto de los valores medios en cuanto al coste del paso de la mercancía por puerto o al coste del tiempo de la misma (ambos medidos en €/tonelada) sin considerar el cambio que la estructura de tráfico puede introducir en ambos parámetros o las necesidades de ajuste de fletes, tasas o tarifas portuarias ante la reacción comercial de la competencia del puerto, otros armadores, u operadores logísticos.

Mientras ha existido cierta tendencia a minusvalorar los EIE frente a los CBA, muchos son los autores que desde hace años los ven como herramientas complementarias para valorar el retorno esperado de infraestructuras del transporte desde una perspectiva multicriterio (Waters, 1977; Grosdidier De Matons, 1986; Hawkins, 1991).

En línea con estos autores Verbeke y Debisschop (1996) detectan diez principales fuentes de crítica a los EIE pero argumentan como las mismas pueden ser aplicadas a los CBA u otras herramientas de evaluación (Tabla 6).

**Tabla 6. Principales deficiencias de los EIE y su comparación con los CBA y otras herramientas de evaluación.**

Elemento de crítica a los EIE	Comparación entre EIE y CBA
Los EIE no consideran cambios marginales en la estructura de precios de inputs outputs como sí lo hacen los CBA.	La realización de un EIE en el que se comparen situaciones con y sin proyecto permite realizar un análisis marginal.
Ciertos elementos de los EIE como salarios, depreciación o costes financieros son computados como “beneficios” en los EIE, mientras que son computados como “coste” en los CBA. De esta manera puede ocurrir que los proyectos con mayores impactos socio-económicos sean los de mayor coste y no resulten en una asignación razonable de unos recursos limitados.	Algunas componentes de valor añadido como los salarios pagados en época de construcción de la infraestructura son considerados como “beneficios” en los CBA y no capturados por los EIE, siendo más correcto este enfoque si se trata de evaluar los beneficios “sostenibles” (perdurables) y no distorsiones temporales.
Los criterios de selección (o rechazo) de un proyecto de inversión utilizando EIE sólo se basan en el impacto del proyecto sobre determinadas variables (impacto en el valor añadido y empleo usualmente), ignorando otros.	Los CBA también utilizan como criterio que el VAN del proyecto sometido a evaluación sea mayor que cero (asumiendo que no existen restricciones presupuestarias o elementos de priorización de los recursos públicos, la selección de proyectos se da bajo este único criterio). Es necesario realizar un análisis multicriterio para la selección de proyectos de inversión.
Las políticas públicas pueden estimular la economía (valor añadido o empleo) con otras medidas macroeconómicas (reducción de impuestos o políticas de subsidios a determinados sectores) y no sólo a través de la construcción de infraestructuras del transporte y los EIE no abordan otras medidas alternativas y aspectos relacionados con costes de oportunidad.	Este elemento puede resultar válido desde la perspectiva de la economía del bienestar, pero: i) ignora las dificultades y constricciones presupuestarias inherentes a todo proceso de reducción de impuestos o políticas de subsidios y ii) no es claro que cambios relativamente modestos en fiscalidad puedan producir cambios significativos en la actividad económica. En muchas ocasiones las inversiones en materia de infraestructura introducen un efecto psicológico que sirve de catalizador de un incremento de la actividad económica. Adicionalmente este es un elemento que aplica a otras metodologías si no se evalúan los costes - beneficios de estas otras medidas.
Los EIE se utilizan más como una herramienta de relaciones públicas que como una herramienta seria de evaluación de proyectos.	Los CBA (y otros tipos de análisis) no están exentos de este riesgo si: i) se ocultan las externalidades negativas que producen, ii) si se realizan simplificaciones metodológicas con intención de alterar el resultado (por ejemplo, maximizando beneficios y disminuyendo costes) o si, iii) se toman hipótesis en esa misma dirección (Verbeke, 1988).
La asunción de que una inversión en infraestructura y el impacto económico que esta produce se traduce en un cambio en la visión	Este mismo “acto de fe” se requiere en los CBA cuando por ejemplo se estima que se producirá un desvío de tráfico y cambio de puerto por parte de una

<p>estratégica de las empresas (sus directivos) o emprendedores provocando un efecto multiplicador y cambio de las relaciones entre sectores (nuevas tablas TIO en situación con proyecto) es más un “acto de fe” que un hecho analítico demostrable.</p>	<p>mercancía al construir una nueva infraestructura por el simple hecho de que se produzca una reducción del coste del transporte (obviando otros elementos que conforman la toma de decisión).</p>
<p>Los efectos multiplicadores y la evaluación de los efectos indirectos son usualmente sobreestimados en los EIE.</p>	<p>Una correcta confección de tablas TIO en situación con proyecto y la adopción de hipótesis razonables de cómo responderá la economía tras la ejecución del proyecto es la garantía para solventar esta carencia. Muchos CBA no hacen ni siquiera el intento de evaluar los efectos indirectos que consideran despreciables.</p>
<p>Es muy difícil disociar los impactos que produce una determinada infraestructura (por ejemplo el puerto) de los que producen otras infraestructuras de acompañamiento (por ejemplo, las carreteras o ferrocarriles que hacen falta para su funcionamiento) computándose todo el impacto positivo al primero.</p>	<p>Este problema se reproduce en muchos CBA cuando no se consideran los costes de estas infraestructuras de acompañamiento, pero sí se computa todo el beneficio a la nueva infraestructura. En ambos casos CBA y EIE deben o bien considerarse todos los elementos o bien dejar claro cuáles no se tienen en cuenta y en qué medida ayudan a sobre-estimar los efectos positivos.</p>
<p>Los EIE no tienen en consideración efectos externos y no permiten tener en consideración precios en la sombra para la valoración de inputs u outputs específicos (proporcionando una realidad distorsionada desde la perspectiva de la eficiencia de la economía).</p>	<p>Los CBA u otras herramientas de evaluación adolecen de similares deficiencias al no considerar todas las implicaciones que para los agentes (en el caso portuario la Autoridad Portuaria, los usuarios o los prestatarios de servicios) tienen efectos no cuantificables desde la perspectiva del coste o beneficio (ciertas contribuciones marginales de proyectos de inversión en la economía de la zona como los ya mencionados WEB).</p>

Fuente: Elaboración propia basada en Verbeke & Debisschop (1996).

Estos últimos autores presentan una posible división en cuatro cuadrantes de las metodologías de evaluación de proyectos basándose en la naturaleza y alcance de los impactos evaluados (Figura 1) y sin proporcionar una guía de en qué cuadrante es más adecuado realizar una u otra metodología si indican como según nos vamos moviendo del primer cuadrante al cuarto cuadrante los estudios son más completos a costa de un mayor nivel de incertidumbre y, a veces, un menor rigor de los estudios. Si clasifican estos autores los proyectos en tres categorías según interés la evaluación del valor añadido y empleo que generan pues ésta es la principal razón por la que se promueven (para lo que se recomienda como técnica de evaluación los EIE), aquellos donde éstas no son las únicas razones para promover el proyecto (en cuyo caso deberían evaluarse mediante sistemas multicriterio que capturase el conjunto de variables impulsoras del mismo) y los que se promueven buscando otros impactos tales como reducción de la congestión u otras externalidades y efectos externos y no necesariamente el incremento del valor añadido o el empleo (proyectos en los que el análisis CBA parecen más indicados si son capaces de cuantificar dichos efectos).

**Figura 1. Clasificación de herramienta de evaluación económica por la naturaleza y alcance de los impactos analizados.**

		Naturaleza del Impacto	
		Actividades existentes	Nuevas actividades
Alcance del Impacto	Efectos Directos	I	II
	Efectos Indirectos	III	IV

Fuente: Rediseñado de Verbeke & Debisschop (1996).

En nuestra experiencia, los EIE suelen enmarcarse más en el cuadrante I-III analizando los impactos directos e indirectos de actividades existentes sobre las que se conocen las relaciones inter-sectoriales y se cuenta con el apoyo de tablas TIO (si bien hay algunos estudios que también lo hacen en el II-IV al considerar el efecto de las inversiones y nuevas líneas de actividad de las que sirven de catalizador); mientras que los CBA se mueven típicamente en el cuadrante I-II (evaluación de efectos directos de las actividades existentes y las que generará la nueva infraestructura), si bien hay algunos estudios en los que se consideran también elementos del cuadrante II-IV (ampliando el estudio a los efectos indirectos).

## 5. Resultados obtenidos, conclusiones y recomendaciones para próximas líneas de investigación.

En el año 2014, la Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo, publicó un monográfico sobre competitividad de ciudades portuarias (OECD, 2014) en las que se sintetizaba un conjunto de estudios sobre regiones portuarias concretas realizadas en la primera mitad de la década del 2010 sobre un conjunto de puertos en Europa, Asia, América del Sur y África (Merk et al., 2011; Merk & Comtois, 2012; Merk & Hesse, 2012; Merk et al., 2012; Merk, 2013a, 2013b; Merk & Bagis, 2013; Merk & Li, 2013; Hong et al., 2013; van den Bossche et al., 2013).

En esta serie se incluían estudios utilizando metodología TIO y se ofrecían interesantes conclusiones en relación al tamaño del puerto / región y su capacidad de generar empleo y VAB (medidos a efectos de competitividad en unidades per cápita).

Al tiempo se incidía en el que al tradicional impacto reportado mediante esta metodología (usualmente en términos de empleo y VAB incluyendo efectos directos, indirectos e inducidos) había que añadir una cuarta categoría de impacto denominado catalítico y que son aquellos generados por el puerto como elemento facilitador de incrementos de productividad y la capacidad de atraer de nuevos negocios a la región por ello (Ferrari et al., 2012). Se trata como hemos visto de la consideración de parte de los WEB en los EIEP.

En este estudio se demostraba que cuanto más grande era un puerto, mayor era su capacidad para generar valor añadido y para ello se apoyaban empíricamente en un estudio de gran escala que analizaba 150 EIEP y en el que se concluía que, en promedio, cada tonelada movida por un puerto generaba 100 USD de valor añadido con 2/3 partes de los puertos en el rango 50-250 USD/tonelada (impacto sin contar el impacto catalítico) pero con puertos de mayores dimensiones



en la parte alta del rango. Para ello comparaban aquellos estudios con metodología similar y se limitaban a incluir impactos directos e indirectos.

En este mismo estudio se deduce cómo la capacidad de generar valor también depende del tipo de mercancía manipulada, y sugiriendo, teniendo en cuenta una muestra de puertos en Estados Unidos, que la carga general y contenedorizada puede generar 10 veces más valor que la de graneles. Así, en el caso de tráfico de automóviles el valor añadido alcanzaba de media 220 USD/tn, bajando a 90 USD/tn en el caso de contenedores, 60 USD/tn para tráfico siderúrgico, 45 USD/tn para productos petrolíferos y 20 USD/tn para el grano.

En el mismo estudio se indica un rango de multiplicador de Leontieff de la actividad portuaria que variaba entre 2,47 (Le Havre/Rouen) y 1,13 (Rotterdam) y que incluía otros puertos europeos como Marsella (2,01), Mersin (1,79), Hamburgo (1,71) y Amberes (1,18).

Rodríguez Dapena (2005) realiza una revisión de los EIEP realizados en el caso del Sistema Portuario Español (SPE) que es más tarde completada y actualizada por de la Peña et al. (2018b) quienes utilizan coeficientes deflatores para armonizar los datos al año 2016. De estos estudios se concluye que en promedio el sector portuario del SPE tiene un impacto de 27 €/Tonelada, una capacidad de generación de empleo de 418 empleos por millón de toneladas y una productividad (medida en términos de VAB por empleo) de 75.824 €/empleo. Si se amplía el foco teniendo en consideración la economía dependiente del puerto los resultados suben a 100 €/Tonelada, 1.812 empleos/millón de toneladas y 59.710 €/empleo (Tabla 7). Dichos datos presentan, sin embargo, una amplia dispersión que tiene que ver con el tamaño y la estructura de tráfico de dichos puertos pudiendo consultarse los datos individualizados por puerto en función de los EIEA analizados en el Anexo 1.

**Tabla 7. Impacto Económico de los Puertos Españoles.**

	Sector Portuario			Economía Dependiente		
	VAB/tn (€/Tn)	Empleo/ 10 <sup>6</sup> tn	Productividad VAB/empleo (€/empleo)	VAB/tn (€/Tn)	Empleo/ 10 <sup>6</sup> tn	Productividad VAB/empleo (€/empleo)
PROMEDIO	27	418	75.824	100	1.812	59.170
MAXIMO	71	1.246	232.263	576	7.591	111.231
MINIMO	3	40	23.570	5	85	28.925

Fuente: Elaboración propia basado en datos de Rodríguez Dapena (2005) y de la Peña et al. (2018b).

Como norma general, los EIEP analizados no tratan de evaluar las externalidades que, en materia ambiental, introducen la ejecución de inversiones portuarias (fase de construcción), las propias operaciones portuarias (fase de explotación) o, si procede, su posterior desmantelamiento (fase de abandono). Esto viene provocado por la dificultad y lo controvertido que en muchos casos supone evaluar de manera económica según qué impactos (por ejemplo, el paisajístico). La ausencia de consideración de externalidades ambientales en los EIEP es de hecho puesta de manifiesto por muchos autores (Davis, 1983; Verbeke & Debisschop, 1996; Benaccio et al. 2000; Musso et al., 2011; Rus & Betancort, 2012). Tan sólo algunos estudios como los anteriormente citados de la escuela china abordan el particular haciéndolo en cualquier caso de una manera muy parcial (fijándose en determinados aspectos de los impactos producidos como ocupación de suelo, consumos de agua o energía pero omitiendo otros muchos como aquellos que se originan como consecuencia de desplazamiento de otras actividades, impactos en otros sectores económicos, tráfico de congestión, impactos a flora o fauna, impactos paisajísticos, impactos relacionados con potenciales accidentes en zona portuaria...). El enfoque suele ser más bien el contrario, de tal manera que se incluye un análisis de los EIE del puerto en los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) del mismo (usualmente asociados al desarrollo de nuevos proyectos de inversión)

valorando éstos de una manera positiva y poniéndoles en contrapartida de los impactos negativos antes señalados. Como futura línea de investigación se propone analizar cuantos EIEP incorporan la componente ambiental y de qué manera cuantifican sus efectos

De la revisión realizada se han detectado las siguientes líneas de investigación en la que la comunidad científica podría profundizar:

1. Continuar con el establecimiento de una metodología estandarizada que permitiese una comparación de resultados con mayor rigor académico, haciendo hincapié en una normalización del concepto de industria dependiente del puerto.
2. Análisis detallado de la influencia del tamaño del puerto, ubicación geográfica y su estructura de tráficos a la hora de determinar el impacto del mismo.
3. Análisis dinámicos del impacto económico de los puertos mediante comparación de los resultados en un mismo puerto para distintos años de referencia.
4. Ampliación de estudios para determinación del impacto catalítico u otros WEB incluyendo una base metodológica común de referencia para el caso portuario.
5. Análisis de la relación entre los EIEP y los EIA analizando de qué manera los primeros tienen en consideración las externalidades negativas a la hora de evaluar el impacto económico de los puertos o cómo los segundos introducen el impacto económico como un elemento más a considerar en el balance de impactos dentro de la evaluación ambiental de estas infraestructuras.

## Anexo 1

**Tabla 8. Detalle del Impacto Económico de los Puertos Españoles por puerto.**

Puerto	Año Estudio	Coeficiente Deflector	Sector Portuario			Economía Dependiente		
			VAB <sub>pm</sub> /tn	Empleo/ 10 <sup>6</sup> tn	Productividad VAB/empleo	VAB <sub>pm</sub> /tn	Empleo/ 10 <sup>6</sup> tn	Productividad VAB <sub>pm</sub> /empleo
Puertos de Galicia	1992	1.620580	13.5	283	47,518	167.5	4,905	34,159
La Luz y las palmas	1992	1.620580	36.8	598	61,580	n/a	n/a	n/a
Santander	1992	1.620580	38.7	945	40,953	342.2	7,591	45,086
Sta Cruz de Tenerife	1992	1.620580	18.5	328	56,273	n/a	n/a	n/a
Avilés	1995	1.556436	43.7	606	72,057	142.8	1,919	74,408
Barcelona	1995	1.556436	53.9	691	77,996	n/a	n/a	n/a
Gijón	1995	1.556436	22.0	212	103,650	58.2	825	70,535
Sevilla	1995	1.556436	12.2	517	23,570	186.4	4,216	44,207
Tarragona	1995	1.556436	11.3	114	99,814	n/a	n/a	n/a
Bahía de Algeciras	1996	1.515889	13.6	288	47,296	61.7	1,020	60,524
Ceuta	1996	1.515889	12.2	513	23,865	51.9	1,287	40,343
Castellón	1997	1.461949	19.9	293	67,804	61.7	749	82,449
Bahía de Cádiz	1998	1.401597	22.4	410	54,630	221.4	3,898	56,800
Santander	1998	1.401597	37.7	629	59,863	576	5,179	111,231
Bilbao	1999	1.341436	19.4	362	53,701	n/a	n/a	n/a
Avilés	2000	1.274050	54.8	502	109,134	158.9	1,989	79,880
Barcelona	2000	1.274050	42.7	533	80,084	n/a	n/a	n/a
Cartagena	2000	1.274050	4.7	88	53,468	25	507	49,247
Gijón	2000	1.274050	9.8	140	70,144	79.6	1,038	76,687
Sevilla	2000	1.274050	n/a	886	n/a	n/a	2,744	n/a
Marín	2001	1.225036	33.4	1,130	29,574	69.4	2,400	28,925
Pasajes	2001	1.225036	35.3	360	98,061	135.5	4,380	30,931

Puerto	Año Estudio	Coeficiente Deflector	Sector Portuario			Economía Dependiente		
			VAB <sub>pm</sub> /tn	Empleo/ 10 <sup>6</sup> tn	Productividad VAB/empleo	VAB <sub>pm</sub> /tn	Empleo/ 10 <sup>6</sup> tn	Productividad VAB <sub>pm</sub> /empleo
Vigo	2001	1.225036	44.1	959	45,958	135.3	4,377	30,900
Villagarcía de Arosa	2001	1.225036	15.5	228	68,058	26.3	634	41,463
Algeciras	2003	1.153961	3.2	40	77,970	4.8	85	55,653
Málaga	2003	1.153961	41.9	769	54,513	n/a	n/a	n/a
Castellón	2004	1.118539	n/a	49	n/a	12.2	233	52,523
Las Palmas	2005	1.078391	13.2	184	71,549	25	380	65,785
Santander	2005	1.078391	38.6	380	101,575	99.6	1,711	58,223
Alicante	2009	1.023119	7.3	126	58,279	15.9	307	51,820
Almería	2009	1.023119	6.3	96	65,093	13.8	241	57,380
Ferrol	2009	1.023119	19.1	357	53,420	34	803	42,340
Bilbao	2010	1.022975	n/a	147	n/a	n/a	361	n/a
Cádiz	2010	1.022975	71.0	1,090	65,137	136.4	2,565	53,165
Huelva	2010	1.022975	31.4	135	232,263	62.1	685	90,742
Baleares	2011	1.033296	64.7	1,246	51,908	116.7	2,280	51,160
Cartagena	2011	1.033296	21.1	102	207,283	44.8	516	86,886
Algeciras	2014	1.068191	12.8	102	124,765	20.9	264	79,136
Puertos de Andalucía	2014	1.068191	23.6	188	125,727	43.5	616	70,686
Castellón	2015	1.032745	n/a	132	n/a	20	367	54,472
Valencia	2015	1.032745	25.7	362	70,953	34.7	528	65,688
PROMEDIO			26.9	418	75,824	99.5	1,812	59,170
MAXIMO			71.0	1,246	232,263	576	7,591	111,231
MINIMO			3.2	40	23,570	4.8	85	28,925

Fuente: Elaboración propia basado en datos de Rodríguez Dapena (2005) y de la Peña et al. (2018b).

## Referencias

- Acosta-Seró, M., Coronado-Guerreo, D., & Cerbán-Jiménez, M.M. (2009). *Evaluación del impacto económico del puerto de Tarifa: Situación actual y prospectiva tras la ampliación*. Departamento de Economía General Universidad de Cádiz, Cádiz (España). Recuperado de <http://noalmegapuerto.detarifa.net/files/EVAUALION-IMPACTO-ECONOMICO-PUERTO-TARIFA.pdf>.
- Anderson, G.K. (1964). *The port of Ensenada: A report on Economic Development*. San Diego State College Foundation, Economics Research Center, Dept. of Economics, San Diego State College, California (USA).
- Armenakis, A.A., Moore, H.J., & Peden, G.T. (1970). *Inland Port Facilities and Economic Growth*. Mississippi State University, Bureau of Business and Economic Research, Mississippi (USA).
- Arrow, K.J., & Debreu, G. (1954). Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy. *Econometrica*, 22(3), 265-290. Recuperado de <https://web.stanford.edu/class/msande311/arrow-debreu.pdf>.
- Arthur D. Little, Inc. (1979). *Port Economic Impact Kit*. Washington: Dept. of Commerce, Maritime Administration, Office of Commercial Development, Office of Port and Intermodal Development, Washington DC (USA).
- Beeman, O. Associates & Mannalytcis Inc. (1980). *Oregon Port Study - 1980*. Oregon Port Authority, San Francisco (California, USA).
- Behan, S. (1988). *Economic Impact of Dublin Port on its Hinterland*. Dublin Port, Dublín (Irlanda).
- Bichou, K. (2007). Review of Port Performance Approaches and a Supply Chain Framework to Port Performance Benchmarking”. En Mary Brooks & Kevin Culliname (eds.) *Devolution, Port Governance and Port Performance*, (pp: 567–598). Stamford, (USA): JAI Press.
- Booz-Allen & Hamilton, Inc. (1982). *The Economic Impact of the Port of Baltimore*. The Maryland Port Authority, Baltimore (USA).
- Bragg, D.M., & Bradley J.R. (1972). *The economic impact of a deep Water Terminal in Texas*. Texas A&M University, Texas Engineering Station, Texas (USA).
- Bragg, D.M. (1974). *A survey of the economic and environmental aspects of on Onshore Deepwater Port at Galveston, Texas, Part I*. Potential Economics Effects. Industrial Research Division, Texas A&M University, College Station, TAMUG SG-74-213, Texas (USA).
- Braun, B.M. (1990). Measuring the influence of public authorities through economic impact analysis: The case of Port Canaveral. *Policies Studies Journal*, 18(4), 1032-1043. DOI: 10.1111/j.1541-0072.1990.tb00869.x.
- Cao, Y. (2009). *System Dynamics Analysis On Socio-Economic Impact of Coal Port Construction Projects*. En Globe Thesis ©. Recuperado de <http://www.globethesis.com/?t=2189360272486327>.
- Cardenete-Flores, A.M., & López-Cabaco, R. (2016). Economic Impact of the Port of Algeciras’s Rail Corridor in Andalusia: a Dynamic CGE approach. En *International Conference on Regional Science: XLII Reunión de Estudios Regionales* (pp.1-25), 16-18 de noviembre de 2016, Santiago de Compostela (España).

- Carew, J.P. (1975). *Port of Stockton, Phase 2: Economic Impact of the Port of Stockton on the Stockton Economy 1973-1974*. Port of Stockton, California (USA).
- Chang, S. (1978). In Defense of Port Economic Impact Studies. *Transportation Journal*, 17(3), 79-85. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/20712474>.
- Chen, W.-S., Chen, C.-Y., Chen, F.-C., & Liu C.-C. (2011). The impact of the Taipei Port Container Terminal on the Northern Region of Taiwan: A computable general equilibrium model. *Journal of Marine Science and Technology*, 19(2): 120-126. Recuperado de <http://jmst.ntou.edu.tw/marine/19-2/120-126.pdf>.
- Collier, A.A. & ve Ledbetter, W.B. (1988). *Engineering Economy and Cost Analysis*. Harper & Row Publications, New York (USA).
- Condor, W. & Tynerson, R. (1972). *Survey of Oregon Ports, 1972*. Economic Impact Section. Oregon Department of Transportation, Ports Division, Oregon (USA).
- Conn, R.L., Flewellen, W.G., & Peden, G.T. (1966). *An assessment of Major Benefits to Mississippi from Waterborne Commerce*. State College, Mississippi State University, Bureau of Business and Economic Research. Mississippi (USA).
- Conway, D. & Associates (1989). *1987 Economic Impact Study*. Technical Report. Port of Seattle, Seattle (USA).
- Costacurta de Sá Porto, P. (2010). What Role of the Port in Brazilian States Exports: a Gravity Model Approach. En *XXXIV Encontro da ANPAD (pp: 1-13)*, 25-29 de septiembre de 2010 Rio de Janeiro (Brasil). Recuperado de <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/gol944.pdf>.
- Coto-Millán, P., Mateo-Mantecón, I. & Villaverde-Castro, J. (2010b). A methodological discussion on port economic impact studies and their possible applications to policy design. En Coto-Millán, P., Pesquera, M.A. & Castanedo, J. (Eds.). *Essays on Port Economics* (pp: 151-160). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Crompton, J.L. (2006). Economic Impact Studies: Instruments for Political Shenanigans?. *Journal of Travel Research*, 45(1), 67-82. DOI: 10.1177/0047287506288870.
- Cui, J.X. (2007). *A Study of Yangtze River Delta Port Group Logistics System based on system dynamics developing In Correspond*. En *Globe Thesis* ©. Recuperado de <http://www.globethesis.com/?t=2189360212455725>.
- Dai, X.J. (2012). *The Port Development Research Based On Hinterland's Economy And Competition And Cooperation Among Port Group*. En *Globe Thesis* ©. Recuperado de <http://www.globethesis.com/?t=2249330362968023>.
- Danielis, R., & Gregori, T. (2012). An input-output based methodology to estimate the economic role of a port: the case of the port system of the Friuli Venezia Giulia Region, Italy. En *Working Papers of SIET 2012 (Italian Association of Transport Economics)*, 28-30 de junio de 2012, Bari (Italia).
- Danielis, R., & Gregori, T. (2013). An input-output based methodology to estimate the economic role of a port: the case of the port system of the Friuli Venezia Giulia Region, Italy. *Maritime Economics & Logistics*, 15(2), 222-255. DOI: 10.1057/mel.2013.1.
- Davis, H.C. (1983). Regional Port Impact Studies: a critique and suggested methodology. *Transportation Journal*, 23(2):61-71. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/20712762>.

- de la Peña, I. (2018a). *Historia, Evolución y Perspectivas de Futuro en la utilización de técnicas de simulación en la Gestión Portuaria: Aplicaciones en el análisis de operaciones, estrategia y planificación portuaria*. Tesis Doctoral. Universidad de A Coruña (A Coruña, España). Recuperado de <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/20927>.
- de la Peña, I., Freire, M.J., & López, B. (2018b). Impacto económico del puerto de Ferrol - San Cibrao: Armonización de resultados al año de referencia 2016 y comparación con los puertos estatales. *Revista Galega de Economía*, 27(2), 33-48. Recuperado de [https://ideas.repec.org/a/sdo/regaec/v27y2018i2\\_3.html](https://ideas.repec.org/a/sdo/regaec/v27y2018i2_3.html).
- De Salvo, J. & Fuller, D. (1988). *The economic impact of the Port of Tampa*. Center for Economic and Management Research, Tampa (Florida, USA).
- De Salvo, J., & Fuller, D. (1995). The role of Price Elasticities of Demand in the Economic of a Port. *The Review of Regional Studies*, 25(1), 13-35. Recuperado de <https://ideas.repec.org/a/rre/publish/v25y1995i1p13-35.html>.
- De Salvo, J.S. (1994). Measuring the Direct Impacts of a Port. *Transportation Journal*, 33(4), 33-42. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/20713212>.
- De Rús, G., & Betancort, O. (2012). Análisis Coste - Beneficio de Proyectos Portuarios. *Papeles de Economía Española*, 131, 92-105. Recuperado de [https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/70297/1/Analisis\\_coste\\_beneficio.pdf](https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/70297/1/Analisis_coste_beneficio.pdf).
- Doi, M., Tiwari, P., & Ito, H. (2002). A computable General Equilibrium Analysis of Efficiency Improvements at Japanese Ports. *Review of Urban and Regional Development Studies*, 13(3), 187-206. DOI: 10.1111/1467-940X.00040.
- Dunphy, L.M., & Chang, S. (1973). *Economic Analysis of the Port of Mobile with special reference to its economic impact upon the Alabama Economy 1973*. Department of Economics, University of South Alabama, Mobile (Alabama, USA).
- Dwarakisha, G.S., & Salima, A.K. (2015). Review on the Role of Ports in the Development of a Nation. *Aquatic Procedia*, 4 (2015), 295-301. DOI: 10.1016/j.aqpro.2015.02.040.
- Economics Research Associates (1976). *Community Economic Impact of the Marine Terminals of Port of Portland*. Port of Portland, Los Angeles, California (USA).
- Erbuth, H. (1966). Der Betrag eines Hafens zur Wertschöpfung seiner Hafensadt garfestellt am Beispiel der Haefen Hamm und Neuss, En Dietmar Kraftt (editor) *Der Eingluss eines Hafens aud die Wirtschaftsstruktur und die Wirtschaftskraft seiner Hafenstadt*, Goettingen (Alemania).
- Ferrari, C., Merk, O., Bottasso, A., Conti, M. & Tei, A. (2012). *Ports and Regional Development: a European Perspective*. OECD Regional Development Working Paper 2012/07. París. Francia. DOI: 10.1787/20737009.
- Francis, N.J. (1970). *The urban growth and transportation implications in port development. A case of study, Vancouver, British Columbia*. Tesis Doctoral no publicada. University of British Columbia, Vancouver (Canadá).
- Fu, M.M. (2011a). Port and Economy Relationship Analysis by System Dynamics. En *Proceedings of the International Conference on Transportation Engineering (ICTE)*, pp. 162-16). Julio 2011, Chengdu (China).

- Fu, M.M. (2011b). *A Study On Port-Regional Economy System Based On System Dynamics*. En Globe Thesis ©. Recuperado de <http://www.globethesis.com/?t=1119360308969767>.
- Gao, S. (2012). *Research on the regional development of Dalian Port based on system dynamics*. En Globe Thesis ©. Recuperado de <http://www.globethesis.com/?t=2189330335455484>.
- Goss, R.O. (1990). Economic Policies and Seaport: The Economic Functions of Seaports. *Maritime Policy and Management*, 17(3), 207-219. DOI: 10.1080/03088839000000028.
- Gripaios, P. (1999). *Ports and their influence on local economies: a UK perspective*. The Dock & Harbour Authority, 79, 894.
- Gripaios, P., & Gripaios R. (1995). The impact of a port on its local economy: the case of Plymouth. *Maritime Policy & Management*, 22(1), 13-24. DOI: 10.1080/03088839500000029.
- Grosdidier de Matons, J.C. (1986). Economic and financial appraisal of port projects at the World Bank: a review of policy and practice. *Maritime Policy and Management*, 13(4), 259-27. DOI: 10.1080/03088838600000062.
- Gruen, Gruen & Associates (1972). *An Analysis of the relationship between the port of San Francisco and the Economy of the City and Bay Region*. Technical Report Gruen, Gruen & Associates, San Francisco (USA).
- Haddad, E.A., Geoffrey J.D., Hewings, G.J.D., Perobelli, F.S. & dos Santos. R.A.C. (2010). Regional Effects of Port Infrastructure: A Spatial CGE Application to Brazil. *International Regional Science Review*, 33 (3), 239-263. DOI: 10.1177/0160017610368690.
- Han, L. (2006). *A Study On Port Economic Externality Based On System Dynamics*. En Globe Thesis ©. Recuperado de <http://www.globethesis.com/?t=2189330335955446>.
- Hawkins, J.E. (1991). Port investment appraisals for the 1990's. *Maritime Policy and Management*, 18(3), 225-232. DOI: 10.1080/03088839100000025.
- Hille, S.J. (1975). *The economic impact of the Port of Baltimore on Maryland*. Division of Transport, Business and Public Policy. Collage of Business and Management. University of Meryland, Meryland (USA).
- Hille, S.J. & Suelflow, J.E. (1969). *The economic impact of the Port of Baltimore on Maryland's Economy*. Division of Transport, business and public policy. Collage of Business and Management. University of Maryland (USA). Publicado en Proceedings of the 11<sup>th</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Forum (1970), pp: 307-325.
- Hong, Z., Merk, O., Nan, Z., Li, J., Mingying, X., Wenqing, X., Xufeng, D. & Jinggai, W. (2013). *Competitiveness of Port-Cities: The Case of Shanghai, China*. OECD Regional Development Working Paper 2013/23. Paris (Francia). DOI: 10.1787/20737009.
- Isserman, A.M. & Merrifield, J. (1982). The use of control groups in evaluating regional economic policy. *Regional Science and Urban Economics*, 12(1), 45-58. DOI: 10.1016/0166-0462(82)90014-X.
- Kaufmann, G. (1979). *Port Impact Studies: Comparison and evaluation of existing methods*. Master Thesis, School of Community and Regional Planning, Universitaet Hamburg. DOI: 10.14288/1.0094568.



- Keynes, J.H. (1936). *General Theory of Employment, Interest and Money*. Royal Economic Society. Ed. Macmillan Cambridge University Press.
- Knapp, J.L., Hammond, J.D. & Haroz, D.P. (1976). *The Impact of Virginia's Port on the Economy of the Commonwealth*. University of Virginia, Taylor Murphy Institute.
- Laing, E.T. (1977). The distribution of benefits from port investment. *Maritime Policy & Management*, 3(3), 141-154. DOI: 10.1080/03088837700000038.
- Leontief, W. (1966). *Input-Output Economics*. New York, Oxford University Press.
- Li, D., & Wang, X. (2012). System Dynamics Simulation Model for Port Economy Analysis. En *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 185, 475-482. Springer London.
- Liu, X., B. Zhao, Li, B., & Wang, N. (2010). A System Dynamics Model of the Interaction between Port and City Based on the Green Concept. En *Proceedings of the CLEM 2010: Logistics For Sustained Economic Development: Infrastructure, Information, Integration y Volume I - Logistics Policy and Strategy* (pp: 681-688). Agosto 2010, Chengdu, China. Recuperado de <https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/41139%28387%2995>.
- MacMullen, J.R. & Associates, Inc. (1978). *The Economic Impact of the Port of Huneme*. Port of Huneme, Los Angeles (USA).
- MARAD (1978). *Economic impact of the U.S. port industry: an input output analysis of waterborne transportation*. US Maritime Administration. Office of Economic and Policy Analysis Port Authority of New York & New Jersey, The Port Department. Nueva York (USA).
- MARAD (1982). *The Regional Port Impact Model Handbook*. US Maritime Administration. Office of Port and Intermodal Development. Washington DC (USA) & Port Authority of New York & New Jersey, The Port Department, Nueva York (USA).
- MARAD (1995). *Economic Impact of the Port Industry on the New York - New Jersey Metropolitan Region*. US Maritime Administration. Office of Economic and Policy Analysis Port Authority of New York & New Jersey, The Port Department, Nueva York (USA).
- MARAD (2000). *Port Economic Impact Kit (MARAD Port Kit)*. [CD-ROM]. US Maritime Administration, Department of Transport, Washington DC (USA).
- Martin Associattes (2007a). *The local and regional impact of the port of Mobile*. Alabama State Docks Department. Mobile (Alabama, USA). Recuperado de [http://www.asdd.com/aspa\\_feis/Appendix\\_C\\_MobileImpact.pdf](http://www.asdd.com/aspa_feis/Appendix_C_MobileImpact.pdf).
- Martin Associattes (2007b). *The local and regional economic impacts of the port of Portland, 2006*. Port of Portland (Portland, USA). Recuperado de [https://popcdn.azureedge.net/pdfs/Trade\\_Trans\\_Studies\\_Ecnmc\\_Impact\\_2006.pdf](https://popcdn.azureedge.net/pdfs/Trade_Trans_Studies_Ecnmc_Impact_2006.pdf).
- Martin Associattes (2008). *The local and regional economic impacts of US Deepwater Port System – 2007*. American Association of Port Authorities. Recuperado de <http://aapa.files.cms-plus.com/PDFs/MartinAssociates.pdf>.
- Martin Associattes (2012). *The local and regional economic impacts of the port of Portland 2011*. Port of Portland (Portland, USA). Recuperado de [https://popcdn.azureedge.net/pdfs/Trade\\_Trans\\_Studies\\_Ecnmc\\_Impact\\_2011.pdf](https://popcdn.azureedge.net/pdfs/Trade_Trans_Studies_Ecnmc_Impact_2011.pdf).

- Martin Associattes (2015). *The 2014 Economic Impact of the Port of Baltimore*. Maryland Port Administration (Maryland, USA). Recuperado de [https://popcdn.azureedge.net/pdfs/Trade\\_Trans\\_Studies\\_Ecnmc\\_Impact\\_FY15.pdf](https://popcdn.azureedge.net/pdfs/Trade_Trans_Studies_Ecnmc_Impact_FY15.pdf).
- Martin Associattes (2016a). *The local and regional economic impacts of the port of Portland. Fiscal year 2015*. Port of Portland (Portland, USA). Recuperado de [https://popcdn.azureedge.net/pdfs/Trade\\_Trans\\_Studies\\_Ecnmc\\_Impact\\_2011.pdf](https://popcdn.azureedge.net/pdfs/Trade_Trans_Studies_Ecnmc_Impact_2011.pdf).
- Martin Associattes (2016b). *The Economic Impact of Port of Corpus Christi, 2015*. Maryland Port Administration (Maryland, USA). Recuperado de [http://portofcc.com/wp-content/uploads/CorpusChristi2016\\_FINAL-1.pdf](http://portofcc.com/wp-content/uploads/CorpusChristi2016_FINAL-1.pdf).
- Martin Associattes (2017). *Maritime Economic Impact Studies: Seaport Economic Impact Studies*. Martin Associattes LLC, Lancaster (Pensilvania, USA). Recuperado de <http://martinassoc.co/services/>.
- Merk, O. (2013a). *The Competitiveness of Global Port-Cities: Synthesis Report*. OECD Regional Development Working Paper 2013/13. OECD Publishing París (Francia). Recuperado de <https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/Competitiveness-of-Global-Port-Cities-Synthesis-Report.pdf>.
- Merk, O. (2013b). *The Competitiveness of Global Port-Cities: The Case of Antofagasta, Chile*. OECD Regional Development Working Paper 2013/15. OECD Publishing. París (Francia). Recuperado de [https://read.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/the-competitiveness-of-global-port-cities-the-case-of-antofagasta-chile\\_5k4067cb267k-en#page1](https://read.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/the-competitiveness-of-global-port-cities-the-case-of-antofagasta-chile_5k4067cb267k-en#page1).
- Merk, O., & Bagis, O. (2013). *The Competitiveness of Global Port-Cities: The Case of Mersin – Turkey*. OECD Regional Development Working Paper 2013/1. OECD Publishing. París (Francia). Recuperado de [https://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/the-competitiveness-of-global-port-cities-the-case-of-mersin-turkey\\_5k4c43014plt-en](https://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/the-competitiveness-of-global-port-cities-the-case-of-mersin-turkey_5k4c43014plt-en).
- Merk, O., & Comtois, C. (2012). *The Competitiveness of Global Port-Cities: The Case of Marseille – Fos, France*. OECD Regional Development Working Paper 2011/11. OECD Publishing. París (Francia). Recuperado de [https://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/competitiveness-of-port-cities-the-case-of-marseille-fos-france\\_5k8x9b92cnnv-en](https://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/competitiveness-of-port-cities-the-case-of-marseille-fos-france_5k8x9b92cnnv-en).
- Merk, O., & Hesse, M. (2012). *The Competitiveness of Global Port-Cities: The case of Hamburg, Germany*. OECD Regional Development Working Paper 2012/06. OECD Publishing. París (Francia). Recuperado de [https://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/the-competitiveness-of-global-port-cities-the-case-of-hamburg-germany\\_5k97g3hmlgvk-en](https://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/the-competitiveness-of-global-port-cities-the-case-of-hamburg-germany_5k97g3hmlgvk-en).
- Merk, O., & Li, J. (2013). *The Competitiveness of Global Port-Cities: The Case of Hong Kong, China*. OECD Regional Development Working Paper 2013/16. OECD Publishing. París (Francia). Recuperado de [https://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/the-competitiveness-of-global-port-cities-the-case-of-hong-kong-china\\_5k3wdkjtzp0w-en](https://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/the-competitiveness-of-global-port-cities-the-case-of-hong-kong-china_5k3wdkjtzp0w-en).
- Merk, O., Ducruet, C., Dubarle, P., Haezendonck, E., & Dooms, M. (2011). *Competitiveness of Port-Cities: The Case of the Seine Axis (Le Havre, Rouen, Paris, Caen) – France*. OECD Regional Development Working Paper 2013/23. OECD Publishing. París (Francia). Recuperado de [https://www.oecd-ilibrary.org/governance/the-competitiveness-of-global-port-cities\\_5kg58xppgc0n-en;jsessionid=1n2ehf5jg629l.x-oecd-live-01](https://www.oecd-ilibrary.org/governance/the-competitiveness-of-global-port-cities_5kg58xppgc0n-en;jsessionid=1n2ehf5jg629l.x-oecd-live-01).
- Merk, O., Hilmola, O.-P., & Dubarle, P. (2012). *Competitiveness of Port-Cities: the Case of Helsinki, Finland*. OECD Regional Development Working Paper 2012/08. OECD Publishing. París (Francia).

- Recuperado de [https://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/the-competitiveness-of-global-port-cities-the-case-of-helsinki-finland\\_5k92z70x5v7g-en](https://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/the-competitiveness-of-global-port-cities-the-case-of-helsinki-finland_5k92z70x5v7g-en).
- Mulligan, P.F. & Collins, R.L. (1975). *Report of the Impact of the State Economy*. North Carolina Department of Transportation and Highway Safety, North Carolina (USA).
- Musso, E., Benacchio, M. & Ferrari, C. (2000). Ports and employment in port cities. *International Journal of Maritime Economics*, 2(4), 283-311. DOI: 10.1057/ijme.2000.23.
- Musso, E., Benacchio, M., Ferrari, C. & Haralambides, H.E. (2011). On the economic impact of port: local vs national costs and benefits. En *Proceedings of the 9th World Conference on Transport Research (WCTR'2011)*, Seúl (Corea del Sur). Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/295402196>.
- Musso, E., Ferrari, C., & Benacchio, M. (2006). Port Investment: Profitability, Economic Impact and Financing. *Research in Transportation Economics*, 16, 171-218. [https://doi.org/10.1016/S0739-8859\(06\)16008-4](https://doi.org/10.1016/S0739-8859(06)16008-4).
- OECD (2014). *The Competitiveness of Global Port-Cities*. OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264205277-en>
- Onyemechi, C., Igboanusi, C.C. & Ekene-Ezenwa, A. (2014). International trade flow analysis using the gravity model - The Nigirean Conondrum. *International Journal of Latest Research in Science and Technology*, 3(4), 181-185.
- Oregon Department of Transportation (1973). *Survey of Oregon ports: Economic Impact Section*. Oregon Department of Transportation, Port Division, Oregon (USA).
- Opuku, K.A. (1990). *The economic impact of the port industry of New York and New Jersey metropolitan region*. Port Authority of New York and New Jersey, New York (USA).
- Pallis, A.A., Vitsounis, T.K. & De Langen, P.W. (2009a). Port Economics, Policy and Management: Review of an Emerging Research Field. *Transport Reviews*, 30(1), 115-161. DOI: 10.1080/01441640902843208.
- Pallis, A.A., Vitsounis, T.K., De Langen, P.W., & Notteboom, T.E. (2009b). A content analysis of published research in port economics, policy and management (1997-2008). En *Proceedings of the International Association of Maritime Economists Conference 2009, IAME'09*. 24-26 de Junio de 2009, Copenague (Dinamarca).
- Pallis, A.A., Vitsounis, T.K., De Langen, P.W., & Notteboom, T.E. (2011). Port Economics, Policy and Management: Content Classification and Survey. *Transport Reviews*, 31(4), 445-471. DOI: 10.1080/01441647.2010.530699.
- Pender, D.R., & Wilder, R.P. (1974). *Impact of State Ports Authority Upon the economy of South Carolina*. Occasional Studies N°6. Columbia: Collage of Business Administration. University of South Carolina, South Carolina (USA).
- Pinfold, G. (1991). *Port of Halifax Economic Impact Study*. Port of Halifax, Halifax (Canadá).
- Port of Seattle Commission (1971). *Seattle Maritime Commerce and its impact on the economy of King County*. Planning and Research Development of the Port of Seattle, Seattle (Washington, USA).
- Randall, J.E. (1988). Economic development and non-marine initiatives at American Seports. *Maritime Policy and Management*, 15(3), 225-240. DOI: 10.1080/03088838800000070.

- Rodríguez-Dapena, A. (2005). Una metodología para los estudios de impacto económico de la actividad portuaria. En *Proceedings of the XI Congreso de Tráfico Marítimo y Gestión Portuaria* (pp. 233-262.), 9-14 de Mayo de 2005, Cartagena (Murcia, España).
- Roesti, R.M., Coe, R.K., & Tsagris B, (1964). *Economic Impact of the Sacramento -Yolo Port*. Mimeo, Sacramento State Collage, Real Estate Research Bureau, Sacramento (California, USA).
- Rose, W. (1970). *The port of Galveston: Employment and Income Impact*. University of Texas, Texas (USA).
- Rúa-Ferreño, M., Sastre-Albertí, F., Castro-Hansen, M., Alonso-García, T. & Tudurí-Egea, M. (2014). *El Impacto Económico de los Puertos del Estado en Baleares – 2011 (Versión actualizada con datos del PIB 2013)*. Ports de Balears (Ministerio de Fomento, Gobierno de España) y Departamento de Economía y Empresas de CAEB (Confederación de Asociaciones Empresariales de Baleares). Recuperado de <http://www.portsdebalears.com/sites/default/files/libros/impactoeconomicodelospuertosdelestadoenbaleares-151021103747-lva1-app6891.pdf>.
- Rudy, L.M. (1961). *A study of the Economic Impact of Maritime Commerce upon the Port of Seattle District*. Port of Seattle, Washington DC (USA).
- Ryan, R. & Adams, C.W. (1973). *Corpus Christi. Economic Impact of the Port*. Bureau of Business Research, University of Texas, Austin (Texas, USA).
- Schenker, E. (1965). *Economic of a Port on Urban Community*. Transportation Research Forum 1965, New York (USA).
- Schenker, E. (1967). *The Port of Milwaukee: An economic review*. University of Wisconsin, Milwaukee (USA).
- Schenker, E. (1972). *Impact of the Green Bay on the Economy of the Community*. Tech Report 16, University of Wisconsin Sea Grant Program, Milwaukee (USA).
- Schenker, E., Tee-Koh, S., Kochan, J., & Bunamo, M. (1970). An estimation of the quantitative impact on the hinterland's economy. En *Proceedings of the 13<sup>th</sup> Conference on Great Lakes Research* (pp: 168-186). Center for Great Lakes Studies, University of Wisconsin, Milwaukee (USA).
- Sheng, Q., Ding, T. & Xu, C. (2013). Research on OD distribution of domestic coastal trade container shipping based on gravity model. En *Proceedings of the 6th International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering (ICIII)*, 23-24 de noviembre de 2013. Xian (China). DOI: 10.1109/ICIII.2013.6702928.
- Stanford Research Institute (1979). *The Impact of Sea-Land on the Economy of California*. Palo Alto (California, USA).
- Stevenson & Kellog, Ltd (1975). *Port of Vancouver: Economic Impact Study*. Port of Vancouver. Vancouver, British Columbia (Canadá).
- Suykens, F. (1989). The City and its port - an Economic Appraisal. *Geoforum*, 20(4), 437-445. DOI: 10.1016/0016-7185(89)90027-4.
- Temple, Barker & Sloane, Inc., Recht Hausrath & Associates & Regional Science Research Institute (1985). *Port Economic Impact Kit*. US Maritime Administration, Office of Port and Intermodal Development, Washington DC (USA).

- Tinbergen, J. (1962). *Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy*. The Twentieth Century Fund, Nueva York (USA).
- UK Department of Transport (2018). *Wider Economic Benefits Appraisal*. Technical Report – Transport Analysis Guidance TAG UNIT A2.1. Transport Appraisal and Strategic Modelling (TASM) Division, Department of Transport. Gobierno del Reino Unido, Londres (UK). Recuperado de [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/712878/tag-unit-a2-1-wider-impacts-overview-document.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/712878/tag-unit-a2-1-wider-impacts-overview-document.pdf).
- van den Bossche, M., Merk, O., & Li, J. (2013). *The Competitiveness of Global Port-Cities: The Case of Danube Axis (Bratislava, Štúrovo, Komárno), Slovak Republic*. OECD Regional Development Working Paper 2013/14. OECD Publishing. París. Recuperado de [https://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/the-competitiveness-of-global-port-cities-the-case-of-danube-axis-bratislava-sturova-komarno-slovak-republic\\_5k408j180xr8-en](https://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/the-competitiveness-of-global-port-cities-the-case-of-danube-axis-bratislava-sturova-komarno-slovak-republic_5k408j180xr8-en).
- Verbeke, A. (1988). The managerial analysis of public infrastructure investment policies. En Van Den Broeck, J. (ed.), *Public Choice* (pp. 105-144), Kluwer Academic Publishers, Boston (USA). DOI: 10.1007/978-94-015-7784-7\_6.
- Verbeke, A. & Debisschop, K. (1996). A note on the use of port economic impact studies for the evaluation of large scale port projects. *International Journal of Transport Economics*, 23(3), 247-266. <https://www.jstor.org/stable/42747551>.
- Vido, E. (2004). *Container Cabotage Policy and it's Impact on Western Canadian Pulse Exports: A Gravity Model Approach*. Master Thesis. Department of Agribusiness and Agricultural Economics. University of Manitoba. Winnipeg, Manitoba (Canadá). Recuperado de <http://hdl.handle.net/1993/7920>.
- Villaverde-Castro, J., & Coto-Millán, P. (1997). Economic Impact Analysis of Santander Port on its hinterland. *International Journal of Transport Economics*, 24(2), 259-277. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/42747294>.
- Villaverde-Castro, J., & Maza-Fernández, A. (2015). Competencia y competitividad portuarias: una aplicación a las fachadas marítimas españolas. *Revista de Evaluación de Programas y Políticas Públicas. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)*, 4, 59-85. DOI: 10.5944/reppp.4.2015.13348.
- Wang, Y. (2010). *Analysis of Port Logistics Alliance System based on System Dynamic*. En Globe Thesis ©. Recuperado de <http://www.globethesis.com/?t=2189360275487279>.
- Wang, Y., Chou, C.-C. & Yeo, G.-T. (2013). Application and improvement of a System Dynamics model to forecast the volume of containers. *Journal of Applied Science and Engineering*, 16(2), 186-196. DOI: 10.6180/jase.2013.16.2.10.
- Wanhill, S.R.C. (1978). On the cost-benefit analysis of port projects. *Maritime Policy & Management*, 5(4), 315-326. DOI: 10.1080/03088837800000022.
- Warf, B., & Cox, J. (1989). The changing economic impacts of the port of New York. *Journal Maritime Policy & Management*, 16(1), 3-11. DOI: 10.1080/03088838900000019.
- Waters, R.C. (1977). Port Economic Impact Studies: Practice and Assessment. *Transportation Journal*, 16(3), 4-18. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/20712420>.
- Watson, D.A. (1970). *Economic Impact of the Port of Portland, Oregon*. Bureau of Business and Economic Research, University of Oregon. Eugene, Oregon (USA).

- Weisbrod, G. & Weisbrod, B. (1997). *Measuring economic impacts of projects and programs*. Economic Development Research Group. Boston. Recuperado de <http://www.edrgroup.com/pdf/econ-impact-primer.pdf>.
- Whitaker-Mohn, A. (1974). *Economic Impact of the Port of Sacramento: Its Sources and Results*. California State University. California (USA).
- Williams-Kuebelbeck & Associates, Inc. (1976). *Economic Impact of Waterborne Commerce through the Ports of Los Angeles and Long Beach*. Williams-Kuebelbeck & Associates, Inc., Marina del Rey (California, USA).
- Williams-Kuebelbeck & Associates, Inc. (1978). *Washington Public Ports Economic Study*. Marina del Rey (California, USA).
- Xiaodong, L., Zhao, B., Li, B., & Wang, N. (2010). A System Dynamics Model of the Interaction between Port and City Based on the Green Concept. En *Proceedings of the ICLEM 2010 - Logistics For Sustained Economic Development: Infrastructure, Information, Integration. Vol I - Logistics Policy and Strategy*, pp. 681-688. Agosto 2010, Chengdu (China).
- Xing S. (2012). *Research on the regional economic contribution of Port of Tianjin*. En Globe Thesis ©. Recuperado de <http://www.globethesis.com/?t=2189330335455698>.
- Yang Y.B., & Liu, B. (2011). A new method of Container Port Hinterland Division. *Advance Material Research*, 403-408, 3661-3665. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.403-408.3661.
- Yang, J.-Q. (2002). Gravity model for partitioning port hinterlands based on fuzzy comprehensive evaluation. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 2(2), 123-126.
- Yang, X.J. (2012). *Port Logistics Strategic Alliance Research*. En Globe Thesis ©. Recuperado de <http://www.globethesis.com/?t=2189330335455484>.
- Yang, Y. (2007). *Study on the impact of port for regional economy based on System Dynamics Model*. En Globe Thesis ©. Recuperado de <http://www.globethesis.com/?t=2179360182972089>.
- Yang, Y.B., Liu, B., & Zhang, B. (2012). The Study on Hinterland Relevant to Container Port. *Applied Mechanics and Materials*, 170-173, 2284-2287. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.170-173.2284.
- Yochum, G.R., & Agarwal, V.B. (1987). Economic impact of a port on a regional economy. *Growth and Change*, 18(3), 74-87. DOI: 10.1111/j.1468-2257.1987.tb00082.x.
- Yochum, G.R., & Agarwal, V.B. (1988). Static and changing port economic impacts. *Maritime Policy and Management*, 15(2), 157-171. DOI: 10.1080/03088838800000026.
- Yu, B., Zhang, C., Kong, L., Bao, H.-L., Wang, W.-S., Ke, S., & Ning, G. (2014). System dynamics modeling for the land transportation system in a port city. *Simulation*, 90(6), 706-716. DOI: 10.1177/0037549714533619.
- Zhang, M. (2010). *Study on the Relationship between the Development of Port Industry and City Based on Green Conception*. En Globe Thesis ©. Recuperado de <http://www.globethesis.com/?t=2189360275453580>.
- Zhao, B. (2009). *Study on Green Contribution of Port to City Based on System Dynamics*. En Economic Papers. Recuperado de <http://www.economics-papers.com/study-on-green-contribution-of-port-to-city-based-on-system-dynamics.html>.



## Pobreza multidimensional en España. Una aplicación de la metodología de Alkire y Foster. 2008 - 2015

CORBELLE CACABELOS, FERNANDO

Universidad de Santiago de Compostela

Correo electrónico: [nandocorbelle@hotmail.com](mailto:nandocorbelle@hotmail.com)

TROITIÑO COBAS, ÁNGELA

Universidad de Santiago de Compostela

Correo electrónico: [angela.troitino@usc.es](mailto:angela.troitino@usc.es)

### RESUMEN

Considerando la pobreza como un fenómeno que limita la capacidad de desarrollo de las personas en todas sus dimensiones, se aborda su estudio multidimensional tomando como referencia la metodología de Alkire y Foster (2011). Su aplicación al ámbito español, usando la Encuesta de Condiciones de Vida (ECV2008-ECV2015), genera nueva evidencia sobre la medición de la pobreza multidimensional y su sensibilidad a los criterios de identificación, contribuyendo al debate sobre la pertinencia de esta metodología como referencia.

Los resultados permiten concluir el incremento de la pobreza multidimensional en el período estudiado, tanto en incidencia como en intensidad, con independencia del umbral seleccionado. Se observa la existencia de cambios en los perfiles de pobreza. Disminuye el gap por género, aunque la proporción se mantiene más alta en las mujeres. La población de 50-64 años sufre la mayor incidencia en todo el periodo, si bien el mayor incremento (disminución) se da en los jóvenes (mayores). Los hogares con niños presentan una clara dualidad: dos adultos con uno o dos niños muestran los menores niveles de pobreza, mientras el resto sufren los mayores niveles. Las parejas sin niños son las únicas que muestran mejoría. Por regiones, se observan incrementos generalizados, a excepción de Extremadura y Galicia que reducen sus índices de pobreza. Los mayores incrementos se dan en Cantabria, Murcia y Canarias. Las dimensiones educación, económica y trabajo son las que más contribuyen a la pobreza, presentando la primera una clara mejoría en el período y la última un destacado incremento.

**Palabras clave:** índice de pobreza multidimensional, análisis empírico, España, regiones españolas, metodología Alkire y Foster.

**Clasificación JEL:** I32.

**MSC2010:** 91B82; 62H99; 62P20.

# Multidimensional poverty in Spain. An application of the Alkire and Foster methodology. 2008 - 2015

## ABSTRACT

Considering poverty as a phenomenon that limits the capability of people development in all its dimensions, this work presents a multidimensional study based on the methodology of Alkire and Foster (2011). Its application to Spain, using Living Conditions Survey (ECV2008-ECV2015), generates new evidence on the measurement of multidimensional poverty and its sensitivity to the identification criteria, contributing to the debate on the relevance of this methodology as a reference.

The results conclude the increase in multidimensional poverty in the period studied, both in incidence and in intensity, regardless of the selected threshold. Changes in poverty profiles are also observed. Gender gap decreases, although the proportion remains higher in women. The population of 50-64 years suffers the highest incidence throughout the period, although the largest increase (decrease) occurs in young (old) people. Households with children have a clear duality: two adults with one or two children show the lowest levels of poverty, while the rest suffer the highest levels. Couples without children are the only ones showing improvement. By regions, there are widespread increases, with the exception of Extremadura and Galicia that reduce their poverty rates. Largest increases are in Cantabria, Murcia and the Canary Islands. The dimensions of education, economic and labour are the biggest contributors to poverty, with the former showing a clear improvement in the period and the latter a dramatic increase.

**Keywords:** multidimensional poverty index, empirical analysis, Spain, Spanish regions, Alkire and Foster methodology.

**JEL classification:** I32.

**MSC2010:** 91B82; 62H99; 62P20.





## 1. Introducción.

El debate sobre la medición de la pobreza se retrotrae a hace más de un siglo, con los estudios de Rowntree (1901) sobre la pobreza en York (Inglaterra) y, a pesar de que en estas casi doce décadas se han desarrollado diferentes propuestas de medición (métodos subjetivos vs. objetivos; análisis estático vs. dinámico; umbrales relativos vs. anclados; umbrales estatales vs. regionales; etc.), la discusión todavía sigue vigente (Zugasti & Laparra, 2017). Aunque han sido muchos los estudios de pobreza que la han considerado como un fenómeno unidimensional cuantificándola en función de los ingresos, en la actualidad su carácter multidimensional ya no está en cuestión; no obstante, cómo elaborar un indicador óptimo de pobreza multidimensional todavía no goza del mismo consenso (Larrú, 2016). Es necesario encontrar el equilibrio entre el atractivo de disponer de un único valor de síntesis y sus limitaciones para representar conceptos complejos, ricos en matices, como el de bienestar o calidad de vida (López-Menéndez, 2015) o, como el que aquí nos ocupa, la pobreza.

En las últimas décadas se ha dado un fuerte incremento de la literatura que estudia este fenómeno. Se han aportado nuevos marcos teóricos, conceptualizaciones y metodologías de análisis y cuantificación. La mayoría de ellos utilizan como base el enfoque de las capacidades de Amartya Sen (1983, 1985) y aplican metodologías que permiten abordar simultáneamente varias dimensiones. En este marco multidimensional en el que la pobreza se entiende como privación de capacidades, la familia de índices de Alkire y Foster (2011) constituye una de las más interesantes propuestas por las propiedades que cumple. Muestra de ello es su creciente implementación empírica a la que este trabajo pretende contribuir elaborando un índice de pobreza multidimensional para España y sus regiones durante el periodo 2008-2015. Con esta aportación se pretende contribuir al debate sobre la pertinencia de esta metodología como referente para el análisis de la pobreza, especialmente por su capacidad para desagregar la pobreza por dimensiones, por características personales, del hogar o geográficas. Conocer el problema es necesario para poder proponer soluciones. Identificar qué población sufre qué privaciones, así como qué dimensiones son las principales responsables, son requisitos imprescindibles para poder diseñar propuestas adecuadamente enfocadas a revertir o paliar la situación de los colectivos más vulnerables.

El trabajo se estructura como sigue. Después de esta breve introducción, en el segundo punto se realiza una revisión de las propuestas recientes para abordar la medición multidimensional de la pobreza, enfocando más en detalle las aplicaciones de la metodología propuesta por Alkire y Foster (2007; 2009; 2011) (metodología AF en adelante). En el tercero se presenta la metodología AF, la base de datos y las decisiones normativas que intervienen en las distintas fases del proceso de construcción del índice. En el cuarto punto se lleva a cabo el análisis empírico de la pobreza en España en el periodo 2008-2015. Se obtiene el índice de pobreza multidimensional  $M_0(k)$  para diferentes valores de  $k$ , sus componentes  $H(k)$  y  $A(k)$ , la descomposición por subgrupos (sexo, edad, tipología del hogar, regiones, etc.) y la desagregación por dimensiones. Finalmente, se presentan las principales conclusiones.

## 2. La medición multidimensional de la pobreza.

Diversos organismos han adoptado diferentes metodologías para evaluar la situación de la población en cuanto a bienestar social y pobreza. La Unión Europea (UE) ha desarrollado una metodología para monitorizar el objetivo pobreza o exclusión social de la Estrategia Europa 2020 desde una óptica multidimensional, la tasa AROPE (*At Risk Of Poverty or Social Exclusion*), que incluye tres dimensiones: la pobreza monetaria relativa, la privación material y la baja intensidad de empleo, construyéndose a partir de la unión de los individuos clasificados como pobres en al menos una de las dimensiones citadas. La Organización de las Naciones Unidas (ONU), en sus Informes de Desarrollo Humano (IDH), adoptó el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM)

desarrollado por Alkire y Santos (2010), con la metodología de Alkire y Foster (2007; 2009), y publicado por primera vez en el IDH de 2010 (PNUD, 2010). La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) emprendió la denominada *Better life initiative* que comprende la elaboración y análisis de un conjunto de indicadores de bienestar con nivel de desagregación regional (Para mayor información sobre esta iniciativa ver OECD (s.f) y Boarini & d'Ercole (2013)). Un trabajo similar lo viene realizando también la oficina estadística de la Unión Europea (Eurostat) desde el 2011; a raíz de la conferencia *Beyond GDP* organizada por la Comisión Europea (EC, s.f.) en 2007 y en 2008, el Comité del Sistema Estadístico Europeo ha decidido trabajar en un conjunto de indicadores de calidad de vida (Eurostat, s.f.a.)).

Con el objetivo de implementar mediciones de pobreza multidimensional y compartir experiencias para poder optimizar y/o adaptar estas mediciones al contexto en el que se van a aplicar, en junio de 2013, se lanzó la Red Global para la Pobreza Multidimensional (*Multidimensional Poverty Peer Network*) (MPPN, s.f.) de la que participaron inicialmente 20 países y 5 organizaciones. El objetivo último es crear un IPM global (MPI 2015+) que se convierta en medida nacional u oficial de pobreza y pueda ser utilizado en el monitoreo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) contenidos en la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible aprobada por la ONU (2015). Para saber más sobre la medida propuesta, se puede ver en Alkire y Summer (2013). Los autores sugieren complementar el enfoque de la pobreza basado en el ingreso con un 'MPI 2.0' que podría ser creado con dimensiones, indicadores y puntos de corte que reflejen el consenso alcanzado para la nueva agenda. La OECD también viene trabajando desde el año 2016 en una nueva metodología para medir la distancia del punto de partida a los ODS, que ya se encuentra refinada y su cobertura ampliada en el tercer informe (OECD, 2019).

En España, Argüeso et al. (2014) han realizado varias propuestas para abordar la pobreza desde los organismos oficiales. Proponen dos alternativas en las que realizan índices compuestos de calidad de vida sintetizando, en la primera, información de diferentes fuentes de datos y, en la segunda, utilizando una única fuente. Al respecto mencionan que el primero tiene la ventaja de utilizar la mejor información disponible para cada dimensión, mientras que el segundo permite analizar las privaciones conjuntas, es decir, la acumulación o compensación de privaciones. Partiendo también de una única base de datos, pero aplicando otras metodologías de análisis multidimensional (en concreto, un análisis factorial de segundo orden) sobre variables tanto objetivas como subjetivas y tanto monetarias como de calidad de vida, Poza y Fernández (2010) construyen un indicador de pobreza multidimensional que les permite identificar los principales focos de riesgo de pobreza en España entre los años 1994 y 2001.

Parte de las propuestas ya citadas (OECD, Eurostat, etc.) no sintetizan la pobreza/bienestar en un único indicador y/o utilizan diferentes fuentes de información, no considerando algunas de las propiedades que un índice de pobreza multidimensional es deseable que cumpla, como la ordenación completa o el análisis de la distribución conjunta de las privaciones. Es por ello que la metodología propuesta por Alkire y Foster (2007; 2009, 2011), desde la *Oxford Poverty & Human Development Initiative* (OPHI), ha tenido gran acogida. Entre sus numerosas aplicaciones, cabe destacar la del PNUD (2010) a nivel mundial y otras realizadas a nivel de países (Busch & Peichl, 2010; Angulo et al., 2011; Mohanty, 2011; Suppa, 2015; Suppa, 2016; Castillo & Jácome, 2015; Artavia, 2016; Rogan, 2016).

En el ámbito europeo, Whelan et al. (2012) aplicaron la metodología AF a los datos de la EU-SILC (*European Union Statistics on Income and Living Conditions*) de 2009 para 28 países (en esta edición se ha realizado un módulo especial sobre privación que contiene un mayor número de variables que el módulo básico anual por lo que incrementa las posibilidades del análisis). Los autores ponen el foco sobre cuatro dimensiones de privación (básica, de consumo, de salud y de entorno) y utilizan ponderaciones inversas a la tasa de privación de los indicadores porque consideran que estar privado de algo de lo que disfruta la mayoría de la población es más grave. En su estudio también consideran la tasa de riesgo de pobreza, pero sin incluirla en el índice multidimensional, sino analizando su correlación con la privación en las dimensiones de la

medida multidimensional, así como realizando una comparación de los resultados de pobreza por países. Alkire et al. (2014) y Alkire y Apablaza (2016) ampliaron el estudio para el periodo 2006-2012 utilizando un menor número de indicadores y ponderaciones iguales por dimensión, ajustando los pesos relativos de los indicadores incluidos en cada una (*nested weights*). Uno de los objetivos que tenían las autoras es construir un índice que sirviese para monitorizar el objetivo de la Estrategia 2020 de reducción de la pobreza o exclusión social, por lo que incluyeron los indicadores de la tasa AROPE. El indicador de Baja Intensidad de Trabajo es ligeramente diferente al utilizado en la tasa AROPE como indican Alkire et al. (2014).

En el ámbito español, el trabajo realizado por Prieto et al. (2016), junto con las tesis doctorales de Martínez (2017) y de Corbelle (2017), constituyen aplicaciones pioneras sobre pobreza multidimensional aproximada desde el espacio de las capacidades para el Estado español y sus regiones. Prieto et al. (2016) utilizan diez indicadores clasificados en siete dimensiones (empleo, salud, educación, calidad de la vivienda y del entorno, acceso a determinados bienes y servicios y nivel de renta). Las ponderaciones son similares a las aplicadas por Whelan et al. (2012), asignando mayor peso cuando el porcentaje de privación es menor. El criterio de corte de la pobreza multidimensional es establecido de forma relativa, mediante un procedimiento similar al utilizado para elaborar los diagramas de caja. Martínez (2017) realiza dos aplicaciones, una para cinco países de la UE (España incluida) y Canadá y otra para España. En la primera aplica la metodología AF a los tres indicadores/dimensiones de la tasa AROPE, centrando el análisis en la diferencia entre nativos e inmigrantes para el periodo 2008-2011; en la segunda, utilizando cinco dimensiones, se centra en la evolución de la pobreza multidimensional por grupos de edad para los años 2008-2014. En ambos casos utiliza ponderaciones iguales para las dimensiones.

En este artículo se pretende dar continuidad a este tipo de estudios y elaborar, aplicando la metodología AF, una medida sencilla de interpretar, que permita una ordenación completa y que, además, cumpla con una serie de axiomas o propiedades que son deseables a este tipo de medidas, como ser desagregada tanto espacialmente como por dimensiones del bienestar/pobreza, de lo que se deduce que el enfoque axiomático, combinado con el de conteo (*counting*) en la fase de identificación, empleado por la metodología AF, puede ser uno de los más convenientes, siempre y cuando la fuente de información/datos sea única. Este enfoque, identificado como *counting* por Alkire y Foster (2011), implica identificar a las personas pobres a través del recuento de las dimensiones en las que un individuo está privado (se encuentra por debajo de un umbral determinado).

### **3. Metodología AF, fuente de datos y decisiones normativas.**

#### **3.1. Metodología AF.**

Esta metodología se aplica en dos etapas, una de identificación y una de agregación. La primera se basa en la elección de un doble punto de corte para identificar la pobreza multidimensional. Para ello, en primer lugar, se define un criterio de corte por dimensión  $z_j$  que permite identificar a los privados en dicha dimensión, recogiendo en un vector  $z$  los puntos de corte de las distintas dimensiones. En segundo lugar, se determina el criterio de pobreza multidimensional  $k$ , que identifica el número de dimensiones (o el valor de privación) en las que hay que estar privado para ser considerado multidimensionalmente pobre. Este umbral de pobreza multidimensional  $k$  será comparado con el valor suma de privaciones de cada individuo  $c_i$  para identificar a los pobres multidimensionales, de manera que si  $c_i \geq k$  el individuo es considerado pobre y si  $c_i < k$  no lo es. El criterio de corte puede oscilar entre el de unión ( $k = 1$ ) y el de intersección ( $k = d$ , siendo  $d$  el número de dimensiones), permitiendo cualquier criterio intermedio entre ambos.

En la segunda etapa, es imperativa la elección o construcción de una medida de agregación que cuantifique la magnitud del fenómeno. Alkire y Foster (2007; 2009; 2011) proponen una

familia de índices  $M\alpha$  ( $\alpha = 0, 1, 2$ ) a la que pertenece el índice utilizado en este trabajo,  $M_0$ , que se puede expresar de la siguiente forma:

$$M_0(k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^d w_j g_{ij}^0(k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i(k) = H(k) * A(k)$$

donde  $n$  es la población total;  $w_j$  es la ponderación asignada a la dimensión  $j$ ;  $g_{ij}^0$  es el elemento genérico de la matriz  $g^0$  que toma el valor 1 si el individuo  $i$  está privado en la dimensión  $j$  y toma el valor 0 si no lo está;  $c_i$  identifica la suma de privaciones que sufre cada individuo  $i$ , y  $k$  constituye el umbral de pobreza multidimensional o criterio de corte seleccionado. En el caso de emplear ponderaciones no normalizadas habría que dividir por  $nd$ , en lugar de  $n$ , para obtener los  $M_0(k)$ .

La medida  $M_0(k)$  se puede descomponer en el producto de dos nuevos índices. El índice de recuento multidimensional  $H(k) = \frac{q(k)}{n}$ , también llamado incidencia de la pobreza, siendo  $q(k)$  el número de personas identificadas como multidimensionalmente pobres. Y el índice de intensidad de la pobreza  $A(k) = \frac{1}{q} \sum_{i=1}^q c_i(k)$ , o promedio de privaciones de los pobres multidimensionales, siendo  $q$  el número de pobres multidimensionales y  $c_i(k)$  la suma de las privaciones de cada individuo  $i$ . Entre las propiedades que satisface el índice  $M_0(k)$  destacan, a nivel empírico, la descomposición aditiva por subgrupos poblacionales y la desagregación dimensional. La familia de índices de la metodología AF,  $M\alpha$  ( $\alpha=1, 2, 3$ ), satisface los axiomas (propiedades) de domino o foco (en la pobreza), simetría, invarianza ante réplicas poblacionales, monotonicidad (débil), monotonicidad para  $\alpha > 0$ , transferencias (débil) para  $\alpha \geq 1$  y descomposición aditiva. Además, como medida multidimensional, también satisface otros como los de dominio de la privación (independencia del índice con respecto a los valores de logro de los no privados), monotonicidad dimensional (si una persona pobre resulta privada en una dimensión adicional, el índice aumenta) y reordenamiento débil (un intercambio de logros en cualquier dimensión entre dos individuos pobres que lleva a una reducción de la desigualdad debe generar un nivel de pobreza igual o inferior al original).

La descomposición aditiva es de gran utilidad para analizar los resultados del índice  $M_0(k)$  por características demográficas como sexo, edad y tipología del hogar y geográficas como la división regional. Esta propiedad permite demostrar que, clasificando la población en  $m$  grupos excluyentes, el índice  $M_0(k)$  puede ser calculado como un promedio ponderado de los índices de los  $m$  grupos ( $M_{0m}(k)$ ), tomando como ponderación la proporción de población en cada grupo ( $n_m/n$ ):

$$M_0(k) = \sum_{m=1}^M \frac{n_m}{n} M_{0m}(k) = \sum_{m=1}^M \frac{n_m}{n} H_m(k) A_m(k)$$

La desagregación por dimensiones (o por indicadores) del índice  $M_0(k)$  permite desagregar éste como una suma (ponderada) de las privaciones (censuradas) de las dimensiones/indicadores (Alkire & Foster, 2011; Alkire et al., 2015a):

$$M_0(k) = \sum_{j=1}^d w_j H_j(k)$$

Y la contribución de cada dimensión/indicador  $j$  al índice  $M_0(k)$  resulta ser:

$$\phi_j^0(k) = w_j \frac{H_j(k)}{M_0(k)}$$

siendo  $H_j(k)$  las tasas de privación censuradas en una determinada dimensión/indicador  $j$ , esto es, la proporción de personas identificadas como multidimensionalmente pobres que están privadas en esa dimensión/indicador  $j$ . Estas privaciones contribuyen al índice  $M_0(k)$  en función

de su valor y de la ponderación asignada a cada una, por lo que  $\phi_j^0(k)$  indica la proporción con la que la dimensión/indicador  $j$  contribuye a la pobreza medida a través de  $M_0(k)$ .

A pesar de su gran aceptación, la aplicación de la metodología AF todavía está en fase de desarrollo y no está exenta de limitaciones. En palabras de la propia autora (Alkire, 2018), en la literatura existente todavía permanecen cuestiones fascinantes sobre las que se espera sean posibles avances significativos, en áreas como el diseño de la medición (la selección de dimensiones, indicadores, puntos de corte y ponderaciones), su aplicación a la pobreza infantil y su implementación usando datos de género. Precisamente, el diseño de la medición es el que parece ser objeto de un mayor número de críticas, muy especialmente por la arbitrariedad en algunas decisiones metodológicas que, en muchos casos, se basan en criterios subjetivos (Prieto et al., 2016). Sin embargo, las ventajas de esta metodología también son evidentes en términos de orientación para la política pública de lucha contra la pobreza y la exclusión, ya que permite: el análisis por subgrupos de población (descomposición aditiva); la desagregación por componentes del índice (incidencia e intensidad promedio de privaciones); la desagregación por dimensiones; realizar análisis longitudinales a través de series temporales o datos de panel; focalizar en los grupos más pobres; ser complementada con otras medidas (como la tasa de riesgo de pobreza) que no hayan sido incluidas como una dimensión más en el índice multidimensional.

### **3.2. Fuente de datos y decisiones normativas.**

La información utilizada corresponde a los microdatos de la Encuesta de Condiciones de Vida (ECV) en sus olas de 2008 a 2015, cuyos datos sobre ingresos están referidos a los años inmediatamente anteriores (de 2007 a 2014). Se trata de una encuesta armonizada a nivel europeo, con muestras para España de entre 12.000 y 13.000 hogares (31.000 y 37.000 personas) en el periodo observado, que representan a 16-18 millones de hogares y 45-46 millones de personas.

La implementación del método AF requiere de ciertas decisiones (normativas) o juicios (Alkire et al., 2015b) que operan en diferentes niveles y se utilizan para justificar las decisiones que se toman en todo el proceso de implementación del método, desde la decisión misma del lanzamiento (o no) de una nueva medida, hasta la elección de dimensiones, indicadores, umbrales, criterios de corte, ponderaciones, etc. En este trabajo, la selección ha sido realizada en consonancia con la literatura existente y con los datos disponibles en la ECV.

#### 3.2.1. Unidad de análisis

Se toma como unidad de análisis o unidad de identificación a los individuos de 16 y más años en el año de recogida de las rentas, ya que son estos los individuos para los que se tiene información acerca de las dimensiones de salud y educación (relevantes en este tipo de estudios). Esta población supone alrededor de 38 millones de personas por año entre los años 2008 y 2015. Las características identificativas del hogar (materiales, vivienda, entorno, etc.) son asignadas a cada individuo de 16 y más años residentes en el mismo, así como el ingreso por adulto equivalente del hogar construido con la escala de equivalencia de la OCDE modificada.

#### 3.2.2. Dimensiones e indicadores

La metodología AF se ha desarrollado para analizar la pobreza desde un punto de vista multidimensional, adaptándose al enfoque de las capacidades. La información disponible, a menudo, se refiere a recursos por lo que el análisis en el espacio de los funcionamientos y capacidades es más limitado y, además, un recurso puede estar relacionado con más de una capacidad. Autores como Nussbaum (2000) definieron una lista de capacidades y otros como Suppa (2015; 2016) realizaron el ejercicio de identificar capacidades y funcionamientos con variables recurso disponibles para un estudio de este tipo. Tanto en las capacidades identificadas como en las dimensiones seleccionadas se da un alto grado de coincidencia en la bibliografía existente.

En este trabajo se consideran siete dimensiones constituyentes de la pobreza multidimensional (Tabla 1): económica, material, vivienda, entorno, salud, trabajo y educación. Estas dimensiones están integradas por uno o más indicadores que identifican privaciones en las capacidades de las personas. Es en estos indicadores donde se identificarán las privaciones (a través de umbrales). En su mayoría son indicadores cualitativos, a excepción de la renta.

La dimensión económica está representada en el índice por los ingresos disponibles por adulto equivalente del hogar con alquiler imputado (*IDEI*). Se le supone al hogar la redistribución interna de las rentas y economías de escala, aplicando la escala de equivalencias de la OCDE modificada. El alquiler imputado es el valor que deberían pagar los hogares por una vivienda de características similares a la suya en los casos en los que el hogar no tiene que hacer ningún desembolso adicional o lo hace por debajo del valor de mercado (viviendas en propiedad, cesión gratuita o renta antigua). La consideración de este alquiler imputado como parte del ingreso disponible, de especial relevancia en España por el alto porcentaje de viviendas en propiedad (Méndez et al., 2008), homogeneiza la capacidad económica de los hogares con independencia del régimen de tenencia de la vivienda al tener en cuenta el beneficio que supone el no tener que hacer desembolsos por alquiler o cuota hipotecaria, es decir, la mayor disponibilidad de renta de estos hogares con respecto de los que sí deben afrontar estos pagos. Como umbral de privación se utiliza el convencional, el 60% de la mediana de la distribución del *IDEI*, siendo las personas que se sitúan por debajo del mismo las consideradas privadas en la dimensión económica.

La dimensión material va a ser incluida en el modelo a través del índice de privación material severa (*PMS*) utilizado por los organismos europeos para monitorizar la exclusión social y que forma parte de la tasa AROPE (la metodología del indicador *PMS* se puede consultar en Eurostat (s.f.b)).

La dimensión vivienda forma parte del modelo con cinco indicadores. El primero es un índice de hacinamiento o sobreocupación del espacio en la vivienda (la metodología del índice de Hacinamiento se puede consultar en Eurostat (s.f.c)). Además, se incluyen los indicadores dicotómicos de humedades, luz natural, ducha e inodoro como identificativos de privaciones básicas de las viviendas. En el primer caso, la presencia de humedades implica privación y, en los demás, es la escasez o ausencia de luz natural, la ausencia de ducha o bañera y la ausencia de inodoro la que identifica al hogar como privado. Los individuos son clasificados como privados en cada indicador si residen en una vivienda identificada como privada en el mismo.

La dimensión entorno hace referencia a las características de la zona en la que se ubica la vivienda. Se tienen en cuenta tres indicadores: ruidos, contaminación y delincuencia. Un individuo está privado en el indicador ruidos, si la vivienda tiene problemas de ruidos de vecinos o procedentes del exterior; en el de contaminación, si la zona de la vivienda tiene problemas de contaminación, suciedad u otros problemas medioambientales; y en el de delincuencia, si el entorno de la vivienda sufre de delincuencia, violencia o vandalismo. Al igual que en las dimensiones material y vivienda, estos indicadores identifican la privación del hogar, que es imputada a los individuos que lo habitan.

La dimensión salud consta de cinco indicadores: estado salud, problema crónico, limitación grave, acceso médico y acceso dentista. Los tres primeros se pueden identificar con el estado de salud del individuo y los dos restantes con el acceso a los servicios de salud. Las personas privadas de estado salud son aquellas que manifiestan tener un estado de salud malo o muy malo, y las privadas en problema crónico son aquellas que reportan la existencia de una enfermedad o problema crónico. De las personas que manifiestan limitación, en los últimos 6 meses, por problemas de salud para realizar actividades que habitualmente la gente hace, son identificadas como privadas las que están gravemente limitadas. En cuanto a los indicadores de acceso a la salud, se consideran privadas las personas que han necesitado atención de un médico o dentista en el último año, pero no han podido por ausencia de medios económicos, de transporte, de tiempo por trabajo o cuidado de personas dependientes, o por la existencia de listas de espera.

En la dimensión trabajo se considera el indicador de Baja Intensidad de Trabajo (*Low Work Intensity*) (*BIT*) en el hogar, similar al de la tasa AROPE, pero recalculado para las personas en edad de trabajar en España (16 a 64 años). La metodología es la del indicador BIT de Eurostat (s.f.d) modificada de forma que se consideran personas en edad de trabajar las de 16-64 años de edad, excluyendo a los estudiantes de hasta 24 años, y se identificaron como estudiantes a los que reportan más de 6 meses estudiando en el año y a los que reportan 6 meses exactos y se encuentran estudiando en el último mes (diciembre). Al igual que en la AROPE, se identifica como privadas a las personas que viven en un hogar con una intensidad de trabajo por debajo de un umbral establecido en 0,20. Se entiende por intensidad de trabajo de un hogar la proporción del número total de meses (equivalentes) que conjuntamente los miembros de la familia en edad de trabajar han trabajado durante el año de referencia del ingreso en relación al total de meses que podrían haber trabajado teóricamente en el mismo período. *BIT* no aplica a las personas de 65 y más años por lo que serán identificadas como no privadas, así como a los hogares compuestos sólo por niños, estudiantes de menos de 25 años y / o personas de 65 años o más. A las personas cuya situación es “Trabajando a Tiempo Completo” (variable PL030) y que no reportan información acerca de los meses trabajados se les imputan 12 meses de trabajo, es decir, su potencial, siendo incluidos de esta manera en el cálculo de la BIT.

El indicador manejado para integrar la dimensión de educación es el de estudios, identificando como privadas a las personas que tienen un nivel de estudios equivalente a primaria o inferior. Las personas analfabetas y las que saben leer y escribir pero que no tienen estudios reglados también son consideradas como privadas.

### 3.2.3. Ponderaciones

La literatura existente ofrece un rico menú de técnicas de ponderación, cada una de ellas con pros y contras. Se podrían clasificar en tres grupos: las equitativas que asignan ponderaciones iguales; las basadas en modelos estadísticos como el análisis factorial, análisis envolvente de datos, métodos de regresión, etc.; y las basadas en métodos participativos como los procesos de asignación presupuestaria, encuestas de opinión pública, procesos de jerarquía analítica, etc. Generalmente las ponderaciones tratan de reflejar la importancia relativa de las dimensiones e indicadores dentro del índice complejo, aunque en ocasiones también se podrían asignar en función de la calidad estadística de los datos, dando pesos más elevados a los indicadores más fiables de amplia cobertura (OECD, 2008).

Siguiendo a Alkire et al. (2014), y dada la falta de consenso en la literatura para aplicar un sistema concreto de ponderaciones, en este trabajo se ha optado por utilizar pesos iguales para las dimensiones seleccionadas (Tabla 1), criterio que Atkinson et al. (2002) resaltan que facilita la interpretación de los indicadores.

La ponderación de cada dimensión es igualmente distribuida entre los indicadores que la integran. Así, los indicadores de las dimensiones económica, material, educación y trabajo tienen un peso de 1/7 por ser los únicos integrantes de las mismas. Los indicadores de las dimensiones de vivienda y salud, cinco en cada una, se ponderan por 1/35. Por último, la dimensión entorno está formada por tres indicadores que pesan 1/21 cada uno. De esta forma, todas las dimensiones consideradas tendrán la misma importancia o peso (igual a 1/7) en la construcción de la medida de pobreza.

### 3.2.4. Umbrales

El criterio de corte de la pobreza multidimensional  $k$  representa la suma ponderada de indicadores en los que un individuo debe estar privado para ser considerado multidimensionalmente pobre. Para analizar la sensibilidad de los resultados al umbral de pobreza, se ha trabajado con diferentes puntos de corte ( $k = 1/7, 2/7$  y  $3/7$ ). En términos intuitivos, estos puntos de corte equivaldrían a estar privado en 1, 2 y 3 dimensiones completas de las 7 consideradas. Los cálculos han sido

realizados para  $k=1/7, 2/7, \dots, 7/7$ , pero con valores de corte elevados la muestra de pobres se vuelve insignificante o inexistente como en el caso de  $k=7/7$ . Con valores elevados también se dificulta la descomposición en subgrupos de población por la limitación o inexistencia de muestra en algunos subgrupos, sobre todo con  $k = 5/7$  o superior. Además, cuanto mayor sea el valor de  $k$ , más exigente sería el umbral de pobreza multidimensional, identificando como pobres sólo a la población que está privada en todas o casi todas las dimensiones (lo que podríamos considerar como un indicador de pobreza excesivamente extrema).

**Tabla 1. Dimensiones, indicadores, umbrales y ponderaciones de la medida  $M_0$ .**

<b>Dimensión (peso <math>w_i</math>)</b>	<b>Indicador (peso <math>w_i</math>)</b>	<b>Consideración de privación (Umbral <math>z_j</math>)</b>
Económica (1/7)	IDEI (1/7)	Tener ingresos inferiores al 60% de la mediana del IDEI
Material (1/7)	PMS (1/7)	Estar privado de 4 o más ítems de una lista de 9
Vivienda (1/7)	Hacinamiento (1/35)	Vivir en un hogar que no tiene a su disposición un número de habitaciones igual a: un cuarto para la familia; un cuarto por pareja; un cuarto por persona $\geq 18$ años no incluidas previamente; un cuarto por par de personas solteras del mismo sexo entre 12 y 17 años no incluidas previamente; un cuarto por persona entre 12 y 17 años no incluidas en la categoría anterior; y un cuarto por par de niños/as $< 12$ años no incluidas en categorías anteriores
	Humedades (1/35)	Vivir en un hogar con presencia de goteras o humedades en paredes, suelos, techos y/o cimientos; o podredumbre en suelos, marcos de ventanas y/o puertas
	Luz natural (1/35)	Vivir en un hogar con escasez de luz natural
	Ducha (1/35)	Vivir en un hogar sin disponibilidad de bañera o ducha
	Inodoro (1/35)	Vivir en un hogar sin disponibilidad de inodoro
Entorno (1/7)	Ruidos (1/21)	Vivir en un hogar con presencia de ruidos producidos por los vecinos o procedentes del exterior
	Contaminación (1/21)	Vivir en un hogar con problemas de contaminación, suciedad u otros problemas medioambientales en la zona
	Delincuencia (1/21)	Vivir en un hogar con problemas de delincuencia, violencia o vandalismo en la zona
Salud (1/7)	Estado salud (1/35)	Tener estado de salud malo o muy malo
	Problema crónico (1/35)	Tener problemas de salud crónicos
	Limitación grave (1/35)	Estar gravemente limitado por problemas de salud
	Acceso médico (1/35)	No ir al médico cuando lo necesitaba porque: no se lo podía permitir; estaba en una lista de espera o no tenía volante; no disponía de tiempo debido al trabajo, al cuidado de niños o de otras personas; o estaba demasiado lejos para viajar o sin medios de transporte



Dimensión (peso $w_i$ )	Indicador (peso $w_i$ )	Consideración de privación (Umbral $z_j$ )
	Acceso dentista (1/35)	No ir al dentista cuando lo necesitaba porque: no se lo podía permitir; estaba en una lista de espera o no tenía volante; no disponía de tiempo debido al trabajo, al cuidado de niños o de otras personas; o estaba demasiado lejos para viajar o sin medios de transporte
Trabajo (1/7)	BIT (1/7)	Vivir en un hogar con baja intensidad de trabajo
Educación (1/7)	Estudios (1/7)	Tener estudios primarios o sin estudios

Fuente: Elaboración propia.

#### 4. Análisis empírico de la pobreza multidimensional en España. 2008-2015.

##### 4.1. Incidencia de las privaciones.

Una primera aproximación al fenómeno de la pobreza multidimensional se puede obtener analizando las privaciones (no censuradas) en los indicadores que van a integrar las dimensiones del índice  $M_0$  (Tabla A1 del Anexo).

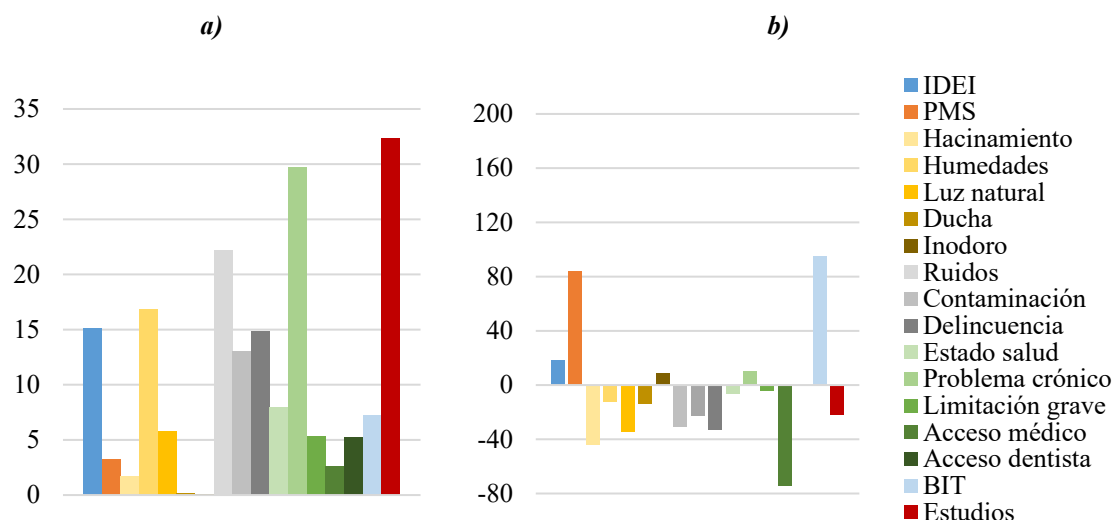
Las tasas de privación más elevadas del período 2008-2015 se observan en el indicador estudios y en el de problema crónico de la dimensión salud, ambas moviéndose en torno al 30%. Presentan también porcentajes de privación elevados (generalmente superiores al 15%) los indicadores ruidos y humedades de la dimensión vivienda, así como la dimensión económica. Con niveles bajos de privación, como era de esperar, se encuentran las variables de la dimensión vivienda relativas a la disponibilidad de inodoro y ducha (ambas con tasas que no superan el 0,12%), seguidas de hacinamiento y acceso médico, con tasas en torno al 2,5% o inferiores. En términos de dimensiones, la de educación muestra las mayores tasas de privación y la de vivienda presenta las menores tasas en varios de sus indicadores.

Las distintas dimensiones han evolucionado de manera diferente a lo largo del periodo de estudio (Gráfico 1b). Mientras las tasas de privación se han elevado en las dimensiones económica, material y trabajo, han seguido la tendencia contraria en las de entorno, salud y educación (a excepción del indicador problema crónico en la dimensión salud e inodoro en la de vivienda que incrementan su privación en 2015 con respecto al 2008, aunque la variación relativa es pequeña).

De 2008 a 2015, las tasas de privación de la dimensión trabajo son las que más se han incrementado. BIT casi duplica la tasa de privación alcanzando un 14% en 2015, lo que constituye un reflejo claro del deterioro en el mercado laboral derivado del desempleo. Partiendo de niveles más bajos, la privación material severa (PMS) también ha sufrido un fuerte aumento, pasando del 3% a casi el 6%. Menor variación relativa ha sido la experimentada por la tasa de pobreza monetaria (dimensión económica), calculada a partir del IDEI, que se ha incrementado en casi 3 puntos porcentuales, pasando del 15% en 2008 al 18% en 2015.

La dimensión vivienda parece mejorar en general. De los cinco indicadores que la integran, cuatro se han reducido con respecto a 2008. Las tasas de variación relativa de 2008 a 2015 muestran claramente este descenso en el indicador de hacinamiento y en el de luz natural, alcanzando en 2015 niveles del 1% y 3,8% respectivamente. También desciende la privación en humedades que alcanza un nivel final del 14,8% y es la variable con mayor incidencia de esta dimensión, y en ducha cuya privación es la segunda más baja (en torno al 0,09%), solo por detrás de la privación en inodoro que, a pesar de ver incrementado su nivel, alcanza el 0,08%.

**Gráfico 1. a) Tasas de privación (no censuradas) por indicador. 2008 (%) y b) Tasas de variación relativa de las privaciones (no censuradas) por indicador. 2015 vs. 2008 (%).**



Fuente: Elaboración propia.

La dimensión entorno muestra una clara tendencia hacia la reducción de la privación en los tres indicadores, disminuyendo entre el 20% y el 30%. Ruidos es el indicador de mayor privación de los tres en todos los años, con un 15% en el 2015. Contaminación parte con el menor nivel, pero el mayor descenso de delincuencia hace que se inviertan sus posiciones en 2015, situándose ambas tasas en torno al 10%.

En la dimensión salud priman las reducciones. El indicador acceso médico es el que muestra un mayor descenso relativo, siendo su incidencia la más baja de los cinco indicadores, alcanzando en 2015 el 0,7%. Estado salud, limitación grave y acceso dentista también han reducido la privación, situándose en 2015 en el 7,4%, 5,1% y 5,2% respectivamente. Por el contrario, problema crónico incrementa la tasa de privación que ya era una de las más elevadas (no solo de la dimensión) y termina por ser la más elevada con un 32,7%. A pesar de la mayor incidencia en el reporte de enfermedades crónicas, lo que supone o puede suponer un empeoramiento en el estado de salud, se comprueba que el acceso a los servicios médico-sanitarios, poco limitado de partida, reporta una mejoría, resultado ciertamente extraño en un período de crisis caracterizado por políticas de austeridad que afectaron a los servicios públicos. A dar explicación a este hecho contribuyen Urbanos y Puig-Junoy (2014) afirmando que puede deberse a que la salud está siendo evaluada en términos relativos, de manera que, en un contexto de problemas económicos y altas tasas de desempleo, la salud se situaría por detrás de otras preocupaciones de los individuos.

Por último, la dimensión educación, la de mayor privación en 2008, también experimenta una clara mejoría. La incidencia de la privación en estudios se ha reducido en 7 puntos porcentuales, situándose en 2015 en el 25%, dejando de ser el indicador de mayor privación. Esta evolución muestra un comportamiento positivo en cuanto al nivel educativo de las nuevas generaciones, si bien tendría interés analizar hasta qué punto esta mejoría tiene carácter coyuntural (debido al efecto de la crisis sobre el empleo) o es estructural (como se pretende desde la Estrategia Europa 2020). El cuarto punto de la Estrategia Europa 2020 (EC, 2010) está referido a educación y pretende lograr tasas de abandono escolar prematuro por debajo del 10% (15% para España) y que al menos un 40% (44% para España) de las personas de 30 a 34 años de edad completen estudios de nivel terciario.

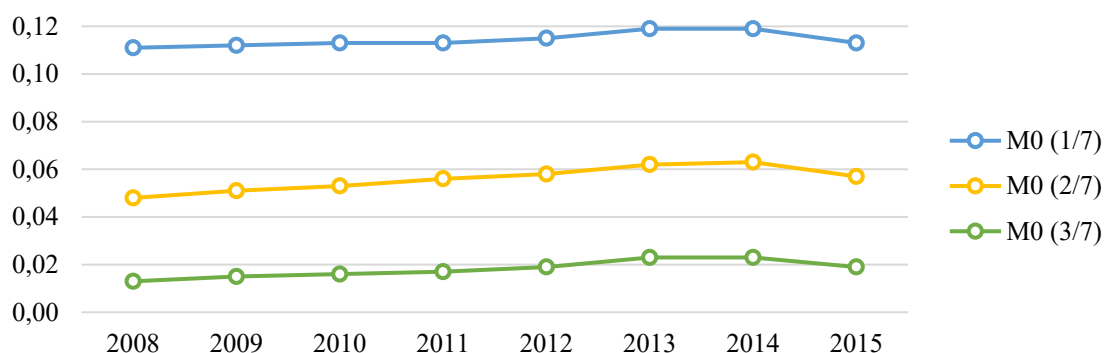
A modo de reflexión, se debe tener en cuenta la subjetividad y relatividad en las respuestas, es decir, puede que ni el entorno, ni la vivienda, ni la salud se encuentren en mejor situación en 2015 que en el 2008 y que la mejoría reflejada por las respuestas tenga más que ver con el mayor empeoramiento relativo de otras capacidades o funcionamientos de las personas que hace que relativicen ciertas privaciones que en otro contexto tenían mayor relevancia.

#### 4.2. Índice de pobreza multidimensional y sus componentes.

Con el objeto de analizar no sólo los niveles de pobreza multidimensional, sino también su sensibilidad al umbral de pobreza  $k$  seleccionado, se obtiene el índice  $M_0$  (Tabla A2 del Anexo) para umbrales de privación  $k$  cuyos valores equivalen a la privación en una, dos y tres dimensiones ( $k = 1/7, 2/7, 3/7$ ). Esto no significa que los individuos pobres lo sean por la privación en todos los indicadores de una, dos o tres dimensiones, sino porque la suma ponderada de indicadores privados tiene un peso equivalente al de una dimensión para  $k = 1/7$ , dos dimensiones para  $k = 2/7$  y tres dimensiones para  $k = 3/7$ . También se obtienen las componentes de la medida  $M_0$ , esto es, el subíndice  $H$ , que es la incidencia de la pobreza multidimensional, y el subíndice  $A$ , que es la intensidad de la pobreza medida como el promedio de los valores de privación en la población multidimensionalmente pobre.

Evidentemente, cuando se incrementa el criterio de corte  $k$  desciende el nivel de pobreza, es decir, a mayor exigencia sobre el nivel de privación, menor es la medida  $M_0$  (Gráfico 2). Sin embargo, la evolución de  $M_0$  en el periodo analizado es similar para los tres criterios de corte  $k$ . Para todos ellos se observa un constante incremento de la pobreza de 2008 a 2013-14 (años que parecen marcar un punto de inflexión), descendiendo levemente en 2015. Este descenso es generalizado para casi todas las privaciones de las personas consideradas multidimensionalmente pobres (Tabla A7 del Anexo), a excepción de las correspondientes a los indicadores ducha y problema crónico cuya contribución conjunta a  $M_0$  (Tabla A8 del Anexo) no tiene el peso suficiente para compensar las reducciones en las demás privaciones. Esta evolución coincide con la mostrada por Llano (2018) quien evidencia un descenso en la tasa AROPE vinculado a las reducciones en la población con baja intensidad de trabajo por hogar (BITH) y en la privación material severa (PMS).

Gráfico 2. Evolución 2008-2015 del índice  $M_0(k)$  para  $k = 1/7, 2/7, 3/7$ .



Fuente: Elaboración propia.

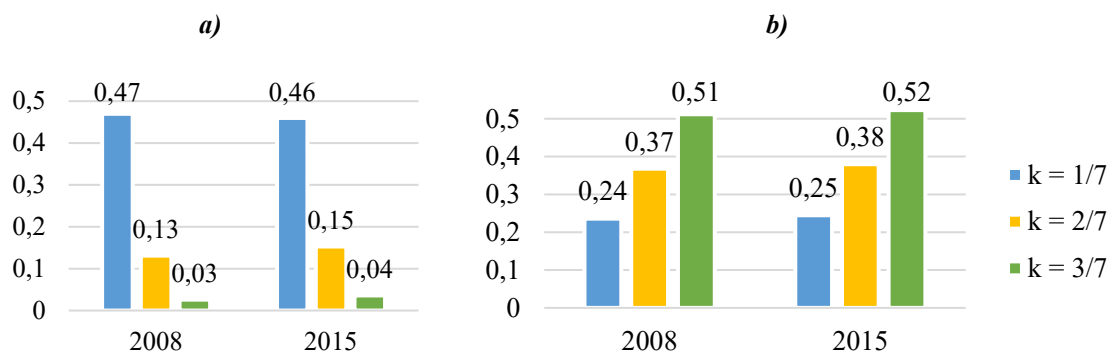
El índice  $M_0(k)$  es descomponible en dos subíndices, uno que mide la incidencia de la pobreza,  $H(k)$  (Gráfico 3a), y otro que mide la intensidad de la misma,  $A(k)$  (Gráfico 3b), entendida como el promedio de privaciones de los pobres. Los dos subíndices tienen un comportamiento claro con el incremento del parámetro  $k$ , descendiendo la incidencia y

aumentando la intensidad. La incidencia desciende debido a una mayor exigencia de privación, es decir, si se le exige a la población estar más privada para ser considerada multidimensionalmente pobre, el porcentaje va a ser menor. El subíndice  $H$  puede ser interpretado en términos porcentuales, como un determinado porcentaje de la población objeto de estudio, mientras que con  $A$  y  $M_0$  no sucede lo mismo.

La evolución temporal de la incidencia en estos años también varía en función del valor del umbral de pobreza multidimensional  $k$ . Cuando se exige una suma ponderada de privaciones equivalente al de una dimensión ( $k=1/7$ ) para ser considerado en pobreza, se observa un leve descenso en la proporción de pobres, pasando de un 47% en 2008 a un 46% en 2015. Al contrario, cuando el umbral de pobreza  $k$  es más exigente, la proporción de pobres aumenta de 2008 a 2015, pasando del 13% al 15% con  $k=2/7$  y del 3% al 4% con  $k=3/7$ . Bien es cierto que, al igual que con los  $M_0(k)$ , los años 2013 y 2014 suponen un punto de inflexión en  $H(k)$ , presentando 2015 mejores cifras (más evidente con valores de  $k$  más elevados). Estos porcentajes suponen en términos poblacionales, alrededor de 18 millones de personas multidimensionalmente pobres con  $k = 1/7$ , en torno a 6 millones con  $k = 2/7$  y entre 1 y 2 millones con  $k = 3/7$ . Para poder situar estas cifras en su contexto, la tasa de riesgo de pobreza o exclusión social (AROPE) para las personas de 16 y más años es de 22,7% en 2008 y 27,8% en 2015 (Eurostat, 2008-2016), lo que equivale a 8,7 y 10,7 millones de personas respectivamente. Se puede ver que el número de personas identificadas como pobres o en riesgo de exclusión por la tasa AROPE (que incluye tres dimensiones: económica, material y laboral) es más próxima a los valores del subíndice  $H(2/7)$ , y lo sería todavía más si los ingresos considerados para elaborar la tasa de pobreza monetaria que integra la AROPE incorporasen el alquiler imputado como así sucede con las medidas calculadas en este trabajo.

La intensidad de la pobreza multidimensional (Gráfico 3b) aumenta con el incremento de  $k$  porque las personas que se van excluyendo a medida que  $k$  aumenta son las de menor valor de privación. Esto es, los pobres identificados con criterios de corte más elevados son menos, pero son los que presentan unos valores de privación mayores y, por lo tanto, el promedio del valor de sus privaciones también es mayor. A nivel longitudinal, el incremento del umbral de corte  $k$  no cambia las tendencias de incremento de la intensidad entre 2008 y 2015, a pesar de presentar este último año cifras claramente inferiores a las del año anterior.

**Gráfico 3. Subíndices. a)  $H(k)$  y b)  $A(k)$ .**



Fuente: Elaboración propia.

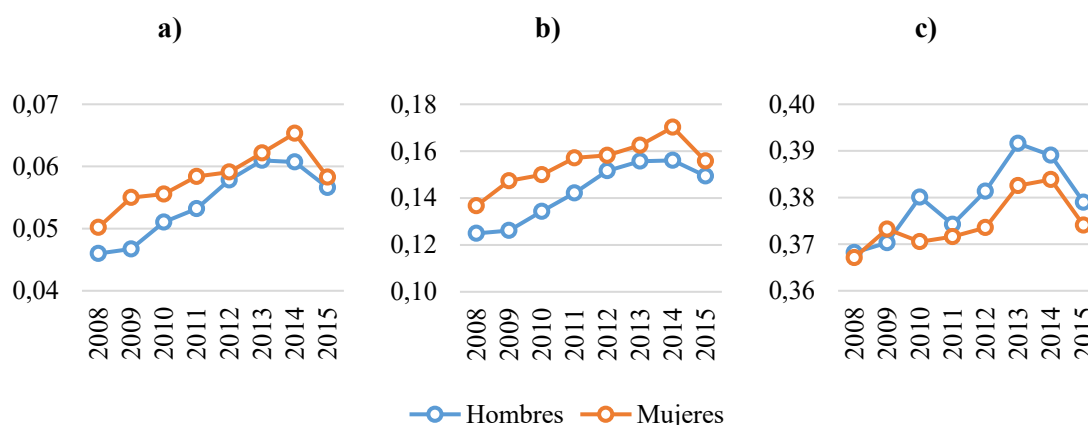
### 4.3. Descomposición aditiva por grupos poblacionales.

Los cálculos han sido realizados para los tres umbrales (Tablas A3, A4, A5 y A6 en el Anexo). No obstante, la explicación en el texto de todos los resultados calculados alargaría en exceso este apartado, por tal motivo se ha optado por comentar los obtenidos con  $k = 2/7$ , incluyendo algunas referencias al resto de los casos cuando se ha considerado oportuno.

#### 4.3.1. Descomposición por sexo

Los niveles de pobreza medidos por  $M_0 (2/7)$  son más elevados en las mujeres que en los hombres (Gráfico 4), entre un 8% y un 15% superior en los primeros cuatro años y entre un 2% y un 6% superior al final del periodo. La componente  $H (2/7)$  manifiesta el mismo comportamiento que el índice de pobreza multidimensional, con porcentajes más altos de incidencia en las mujeres. Por el contrario, la intensidad es mayor en los hombres, a excepción del año 2009. Además, en el 2013 se da un pico de intensidad en los hombres que es el principal causante del gran acercamiento de la medida  $M_0 (2/7)$  para ambos sexos (Gráfico 4).

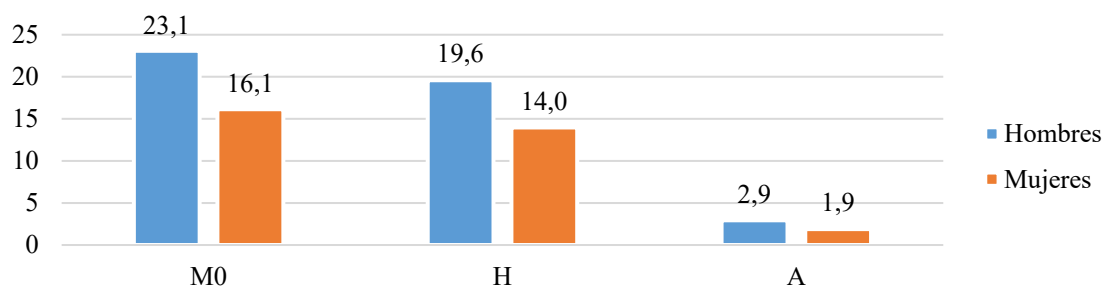
Gráfico 4. Evolución 2008-2015 del índice a)  $M_0 (k)$  y subíndices b)  $H (k)$  y c)  $A (k)$ ; para  $k = 2/7$  y por sexo.



Fuente: Elaboración propia.

Entre el año 2008 y 2015 se ha producido un empobrecimiento generalizado en ambos grupos (Gráfico 5). En los hombres el incremento de la pobreza es mayor que en las mujeres, tanto para  $M_0 (2/7)$  como para sus componentes. El incremento de pobreza está en torno al 23% para los hombres (20% en incidencia) y 16% para las mujeres (14% en incidencia). La intensidad también se ha incrementado más en los hombres (3%) que en las mujeres (2%), pero en ambos casos la variación es pequeña. Con el umbral de pobreza más bajo ( $k=1/7$ ) los resultados muestran reducciones de la pobreza multidimensional relacionadas con el descenso en la incidencia. A pesar de los incrementos de pobreza observados, y como ya se había identificado, el año 2014 supone un punto de inflexión que se manifiesta con mayor claridad en el grupo de mujeres (en la intensidad el punto de inflexión está en 2013 y se presenta con mayor importancia en el grupo de hombres).

**Gráfico 5. Tasas de variación relativa de 2015 vs. 2008 (%) de  $M_0(k)$ ,  $H(k)$  y  $A(k)$ ; para  $k = 2/7$  y por sexo.**



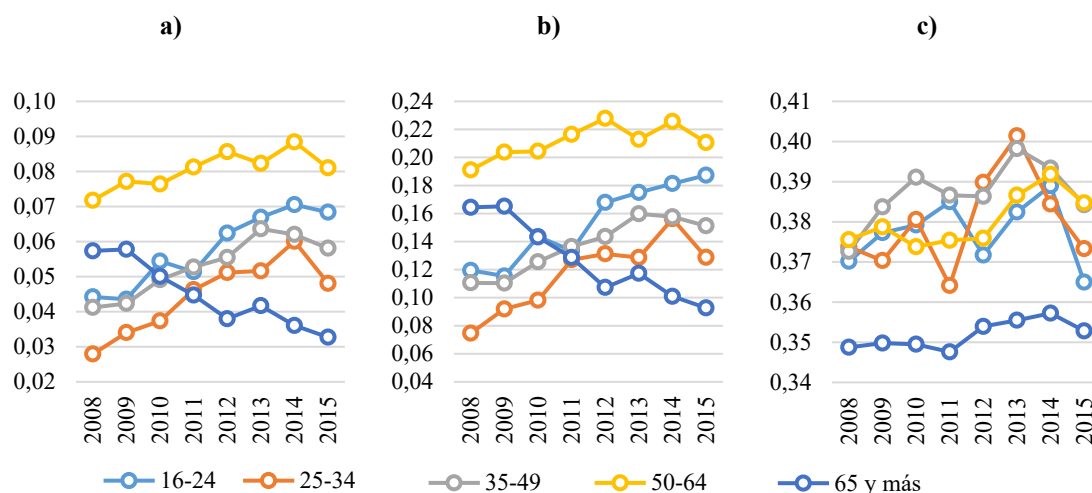
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.2. Descomposición por grupos de edad

En 2008, con  $k=2/7$ , el grupo de edad con menor pobreza multidimensional es el de 25 a 34 años, mientras que el de mayor pobreza se corresponde con las personas de 50 a 64 años, seguido por las de 65 o más (Gráfico 6). Analizando las tasas de privación (censuradas) por grupos de edad (Tabla A9 del Anexo), se observa que los mayores niveles de pobreza que sufren las personas de 50 o más años en 2008 se deben fundamentalmente a la contribución de la dimensión educación (con los porcentajes más elevados de privación (censurada) de todos los grupos, durante todo el periodo), de la dimensión salud (especialmente por las privaciones en los indicadores estado de salud, problema crónico y limitación grave, que correlacionan positivamente con la edad como era de esperar) y de la dimensión entorno. Además, el grupo de 50 a 64 años parte en el 2008 de un porcentaje de privación en la dimensión trabajo que más que triplica el de los otros grupos (a excepción de los mayores de 65 para los que no aplica). Resaltar que la clasificación por edad varía mucho en función del umbral  $k$  seleccionado. Con  $k=1/7$ , el grupo de mayor edad es el que presenta mayores valores del índice de pobreza, mientras que con  $k=3/7$  es el que tiene los menores niveles.

El comportamiento del subíndice  $H(k)$  es muy similar al de  $M_0(k)$ , y los subgrupos a destacar, tanto por sus mayores niveles de pobreza como por los más bajos, son los mismos. Con  $k=2/7$ , la mayor incidencia se encuentra entre las personas de 50 a 64 años de las que un 19% son identificadas como multidimensionalmente pobres en 2008 (cerca de 1,5 millones de personas). Por otro lado, la intensidad para cada grupo, medida por  $A(k)$ , es muy similar independientemente de  $k$ . Se puede resaltar que el grupo de mayor edad es el que presenta menores valores de intensidad de la pobreza multidimensional para los diferentes  $k$ .

**Gráfico 6. Evolución 2008-2015 del a) índice  $M_0(k)$  y subíndices b)  $H(k)$  y c)  $A(k)$ ; para  $k = 2/7$  y por grupos de edad.**

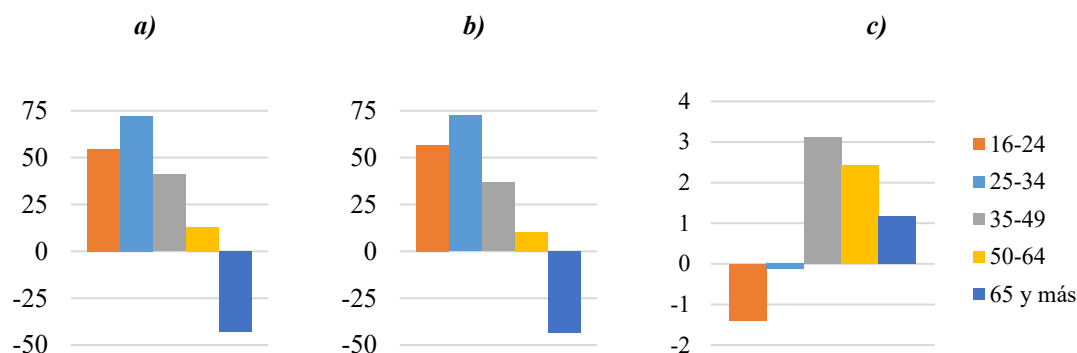


Fuente: Elaboración propia.

Los cambios entre el 2008 y el 2015 (Gráfico 7) han sido más fuertes en los grupos de edad más jóvenes y en el de personas mayores. Las personas mayores son el único grupo que mejora su situación con respecto a 2008. De hecho, esta mejoría hace que en 2015 sean el grupo con menor pobreza multidimensional cuando partían de ser el segundo grupo en peor situación. Esta evolución parece deberse más a un efecto estadístico que a la mejoría real de su situación, dado que, en un contexto de descenso generalizado de las rentas (y del umbral de pobreza), la estabilidad de las pensiones (Argüeso et al., 2014; Llano, 2015) y la mayor tasa de tenencia de la vivienda hacen que la dimensión económica (una de las que más contribuye al índice) presente una importante mejoría relativa respecto a los demás grupos. También se debe tener en cuenta que a este grupo no le influye la situación del mercado laboral (su contribución al índice es del 0%) mientras que la privación en la dimensión trabajo se viene incrementando para los demás grupos durante el periodo observado (Tabla A9 del Anexo). El grupo de 25 a 34 años, a pesar de ser el que más empeora su situación, sigue siendo uno de los de menores niveles de pobreza en 2015 (en 2008 tenía el menor índice). Las personas de 50 a 64 años, a pesar de haber sufrido un incremento inferior al de otros grupos, siguen manteniéndose como el más pobre en 2015. El incremento del valor del índice está muy relacionado con el empeoramiento de la situación económica que se manifiesta de forma evidente en el incremento de privaciones para las dimensiones económicas y trabajo (Tabla A9 del Anexo). Como se puede ver (Gráfico 6b), el comportamiento de la incidencia  $H(k)$  a lo largo del periodo de estudio es muy similar al de  $M_0(k)$ , ya que las variaciones en la intensidad son muy pequeñas. Esto hace que los grupos de edad mantengan la posición que se ha referido sobre  $M_0(k)$ , es decir, en 2015 los grupos de mayor (menor) incidencia de la pobreza son los de mayor (menor) pobreza multidimensional.

La intensidad no ha cambiado mucho entre el 2008 y el 2015 (Gráfico 7c). Se pueden identificar dos comportamientos, el descenso de la intensidad en los grupos jóvenes (16-24 y 25-34 años) y el incremento en el resto, especialmente en el grupo de 35-49 años. A pesar de estos cambios de diferente magnitud y signo, en 2015 se mantiene la ordenación de 2008, con los más mayores, de 65 y más años, como el grupo de menor intensidad y los de 50 a 64 como el de mayor intensidad. El punto de inflexión detectado en el año 2014 para otras clasificaciones y para el índice general no se refleja claramente en la clasificación por edad a excepción del grupo de 25 a 34 años.

**Gráfico 7. Tasas de variación relativa de 2015 vs. 2008 (%) a)  $M_0(k)$ , b)  $H(k)$  y c)  $A(k)$  con  $k = 2/7$  y por grupos de edad.**



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.3. Descomposición por tipología del hogar

Los hogares con mayores valores del índice  $M_0(2/7)$  en 2008 (tabla A5 anexo) son los tipos 7 y 4, que se corresponden con las parejas con tres o más niños dependientes y los monoparentales (0,10 y 0,09 respectivamente). Los tipo 8, otros hogares con niños dependientes, ocupan el tercer lugar a bastante distancia (0,06). Por el contrario, las parejas con menos de 3 niños (tipos 5 y 6) son las menos afectadas por la pobreza multidimensional en 2008 (0,03). Los grupos identificados, tanto los de mayor como los de menor pobreza, mantienen en general su posición con otros umbrales de pobreza  $k$ . La incidencia de la pobreza también se manifiesta mayor en los mismos grupos. En 2008, las parejas con tres o más niños tienen un 28% de incidencia y los hogares monoparentales un 24%, lo que significa que alrededor de la cuarta parte de las personas que viven en estos tipos de hogar son multidimensionalmente pobres (300.000 y 100.000 personas respectivamente). El tipo 8, también es el tercero en incidencia con un 17%, pero en este caso se corresponde con un millón de personas. Las parejas sin niños, a pesar de tener un  $H(2/7)$  del 15%, son el grupo con más personas pobres con una cifra por encima de 1,4 millones. La intensidad no varía mucho por tipo de hogar (entre 0,35 del tipo 6 y 0,38 del tipo 4 en 2008) si bien, una vez más, es mayor en los hogares monoparentales, en los que vive una pareja con tres o más niños, y en otros hogares con niños.

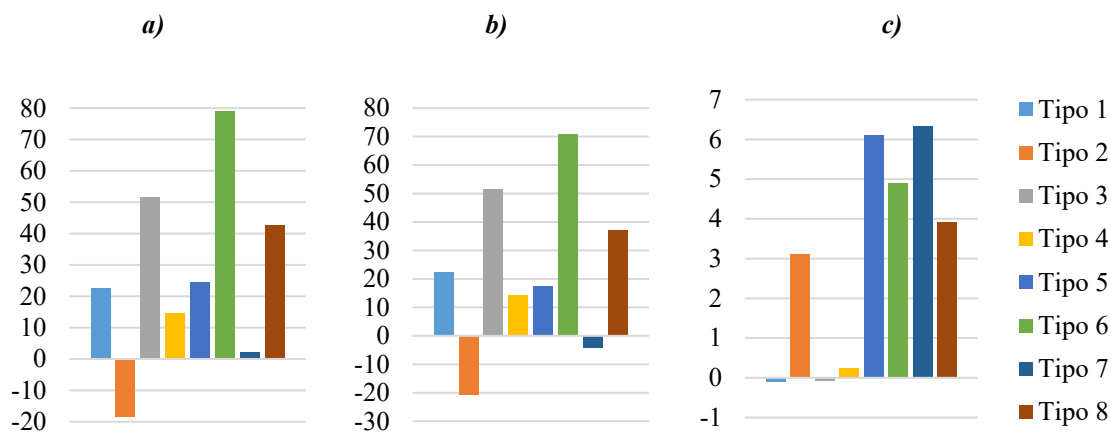
Los índices de pobreza multidimensional entre el 2008 y 2015 (Gráfico 8a) se han incrementado con mayor o menor magnitud, a excepción de los de las parejas sin niños. Los hogares en los que la variación relativa es mayor son las parejas con dos niños, aunque siguen siendo uno de los tipos de hogar con menor índice de pobreza, y los tipos 3 y 8 que son otros hogares sin y con niños. El incremento de pobreza en otros hogares con niños hace que en 2015 se sitúen mucho más cerca de los monoparentales y las familias numerosas que siguen siendo los más pobres. La incidencia (Gráfico 8b) se ha incrementado en todos los grupos excepto en las parejas sin niños (que claramente ha disminuido) y en los formados por dos adultos con tres o más niños. Con estos cambios, en 2015 las parejas sin niños se sitúan entre los tipos de hogar con menor incidencia de la pobreza, por detrás de los demás hogares sin niños (unipersonales y otros). Los hogares monoparentales, con un 27% de incidencia, alcanzan el primer puesto en proporción de pobres, superando levemente a las familias con 3 o más niños.

La intensidad de la pobreza (Gráfico 8c) se ha incrementado claramente en los hogares con niños. De hecho, en los hogares con tres o más niños este incremento es el que hace que  $M_0$  también aumente pues la incidencia ha descendido. También es relevante el incremento de la intensidad sufrido por las parejas sin hijos, pero esto no ha conseguido variar en el mismo sentido



el índice de pobreza pues el descenso en la proporción de pobres ejerce mayor influencia sobre el mismo.

**Gráfico 8. Tasas de variación relativa de 2015 vs. 2008 (%) a)  $M_0(k)$ , b)  $H(k)$  y c)  $A(k)$ ; para  $k = 2/7$  y por tipología del hogar.**



Nota: Tipo 1: Unipersonales (Una persona: hombre de menos de 30 años, Una persona: hombre de entre 30 y 64 años, Una persona: hombre de 65 o más años, Una persona: mujer de menos de 30 años, Una persona: mujer de entre 30 y 64 años, y Una persona: mujer de 65 o más años); Tipo 2: Parejas sin niños dependientes (2 adultos sin niños dependientes económicamente, al menos una persona de 65 o más años; y 2 adultos sin niños dependientes económicamente, teniendo ambos menos de 65 años); Tipo 3: Otros hogares sin niños dependientes económicamente; Tipo 4: Un adulto con al menos un niño dependiente; Tipo 5: Dos adultos con un niño dependiente; Tipo 6: Dos adultos con dos niños dependientes; Tipo 7: Dos adultos con tres o más niños dependientes; y Tipo 8: Otros hogares con niños dependientes.

Nota 2: Son niños dependientes económicamente todos los menores de 18 años y los que tienen 18 y más años, pero menos de 25 y que son económicamente inactivos.

Fuente: Elaboración propia.

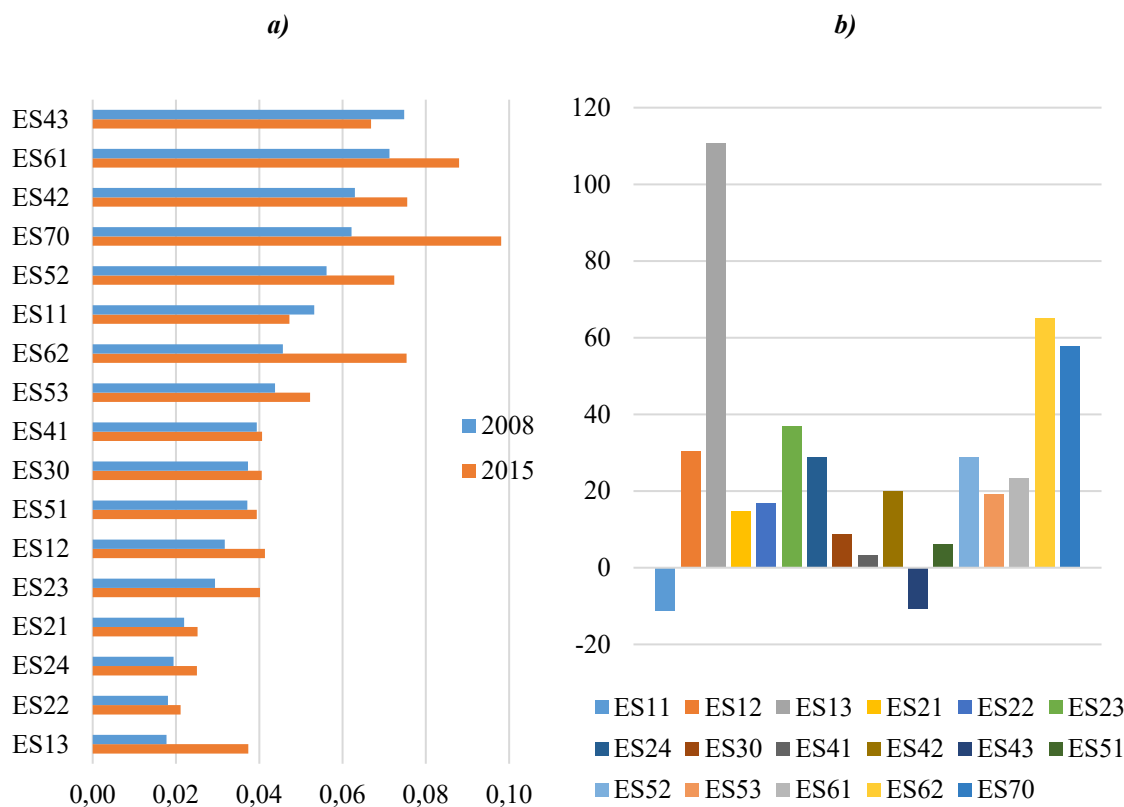
#### 4.3.4. Descomposición regional

El índice  $M_0(2/7)$  para 2008 nos muestra (Gráfico 9a) que las regiones más pobres son, por este orden, Extremadura, Andalucía, Castilla-La Mancha y Canarias con valores por encima de 0,06. En el extremo opuesto se encuentran, de menor a mayor, las regiones de Cantabria, Navarra, Aragón y el País Vasco con valores por debajo o en torno a 0,02. Cuando se varía el criterio de corte, las regiones que destacan por mayores y menores índices de pobreza siguen siendo las mismas.

El subíndice  $H(2/7)$  (Tabla A6 del Anexo) muestra que la incidencia es más alta en las mismas regiones en las que el índice de pobreza es mayor, con valores por encima del 16%, siendo para Extremadura, la región más pobre en 2008, del 20%. La incidencia más baja se muestra también en las mismas regiones con menor índice, con la salvedad de que Navarra presenta la menor tasa de incidencia con un 5%. La intensidad de la pobreza,  $A(2/7)$ , nos muestra resultados un poco diferentes. Las regiones con mayor intensidad son Andalucía y Canarias, que ya estaban entre las de mayor índice de pobreza e incidencia, seguidas de Murcia y el País Vasco. Esta última es de las que presentaba índices de pobreza e incidencia más bajos lo que nos muestra que los pobres son pocos, pero están muy privados. En el otro extremo, con menor intensidad, se

encuentran Baleares y Castilla y León, que presentan niveles medios de pobreza con los índices anteriores, seguidas de Cantabria, con niveles bajos de pobreza e incidencia, y La Rioja.

**Gráfico 9. a) Índice  $M_0(k)$  y b) tasas de variación relativa de 2015 vs. 2008 (%); para  $k = 2/7$  y por regiones.**



Nota 1: ES11: Galicia, ES12: Principado de Asturias, ES13: Cantabria, ES21: País Vasco, ES22: Comunidad Foral de Navarra, ES23: La Rioja, ES24: Aragón, ES30: Comunidad de Madrid, ES41: Castilla y León, ES42: Castilla - La Mancha, ES43: Extremadura, ES51: Cataluña, ES52: Comunidad Valenciana, ES53: Illes Balears, ES61: Andalucía, ES62: Región de Murcia, y ES70: Canarias.

Nota 2: ES63: Ciudad Autónoma de Ceuta, ES64: Ciudad Autónoma de Melilla, excluidas.

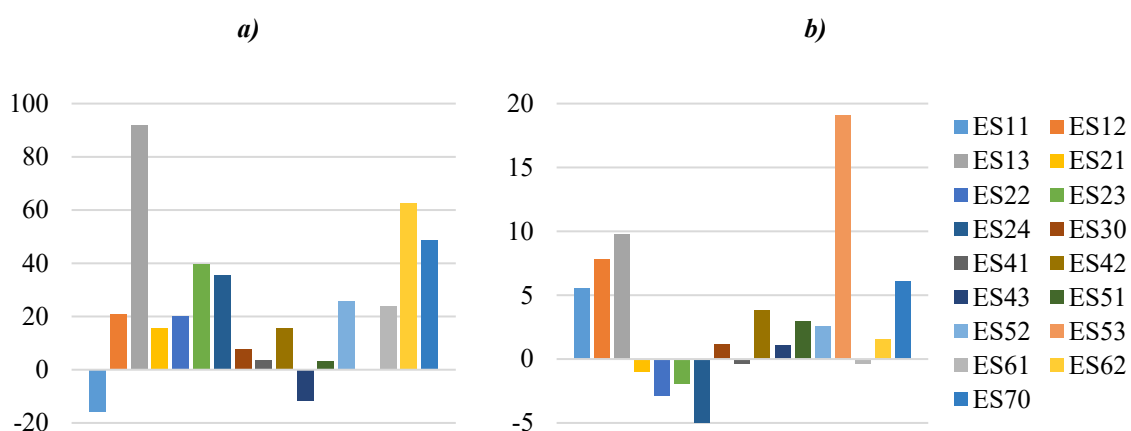
Fuente: Elaboración propia.

Las tasas de variación de la pobreza multidimensional (Gráfico 9b) nos muestran el incremento casi generalizado de pobreza en 2015 respecto a 2008, a excepción de Galicia y Extremadura cuyos índices descienden cerca de un 10%. Con este descenso, Extremadura deja de ser una de las cinco regiones más pobres y Galicia mejora dos posiciones situándose como la octava región más pobre (sin tener en cuenta las ciudades autónomas). De las regiones en las que aumenta la pobreza destacan Cantabria, que duplica su índice, aunque sigue siendo de las de menor pobreza; y Murcia y Canarias, cuyos incrementos superiores al 50% provocan que la primera ascienda tres posiciones, situándose como la cuarta región en pobreza, y la región isleña se coloque a la cabeza como la más pobre en 2015 con un valor de 0,1.

Las tasas de variación de la incidencia (Gráfico 10a) muestran, al igual que el índice de pobreza, incrementos generalizados del porcentaje de personas pobres salvo en Galicia y

Extremadura. Como se puede observar en el Gráfico 10, en estas dos regiones el descenso de la pobreza se debe a la disminución de la incidencia y no a una menor intensidad de la misma, ya que el índice  $A$  ( $2/7$ ) ha aumentado. En 2015, las regiones con mayor incidencia de la pobreza siguen siendo las mismas que en 2008, con la salvedad de Extremadura. El incremento de la incidencia en Canarias la sitúa como la región con mayor porcentaje de personas pobres con un 24%. La intensidad de la pobreza presenta una variabilidad mayor, con regiones en las que se incrementa y otras en las que desciende (Gráfico 10b). El incremento de la intensidad destaca en Baleares, siendo el causante del aumento del índice de pobreza multidimensional en esta región, ya que la incidencia no ha variado. La mayor disminución se ha dado en Aragón, aunque no ha sido suficiente para que descienda la pobreza ya que la incidencia se ha incrementado.

**Gráfico 10. Tasas de variación relativa de 2015 vs. 2008 (%) de a)  $H(k)$  y  $A(k)$ ; para  $k = 2/7$  y por regiones.**



Nota 1: ES11: Galicia, ES12: Principado de Asturias, ES13: Cantabria, ES21: País Vasco, ES22: Comunidad Foral de Navarra, ES23: La Rioja, ES24: Aragón, ES30: Comunidad de Madrid, ES41: Castilla y León, ES42: Castilla - La Mancha, ES43: Extremadura, ES51: Cataluña, ES52: Comunidad Valenciana, ES53: Illes Balears, ES61: Andalucía, ES62: Región de Murcia, y ES70: Canarias.

Nota 2: ES63: Ciudad Autónoma de Ceuta, ES64: Ciudad Autónoma de Melilla, excluidas.

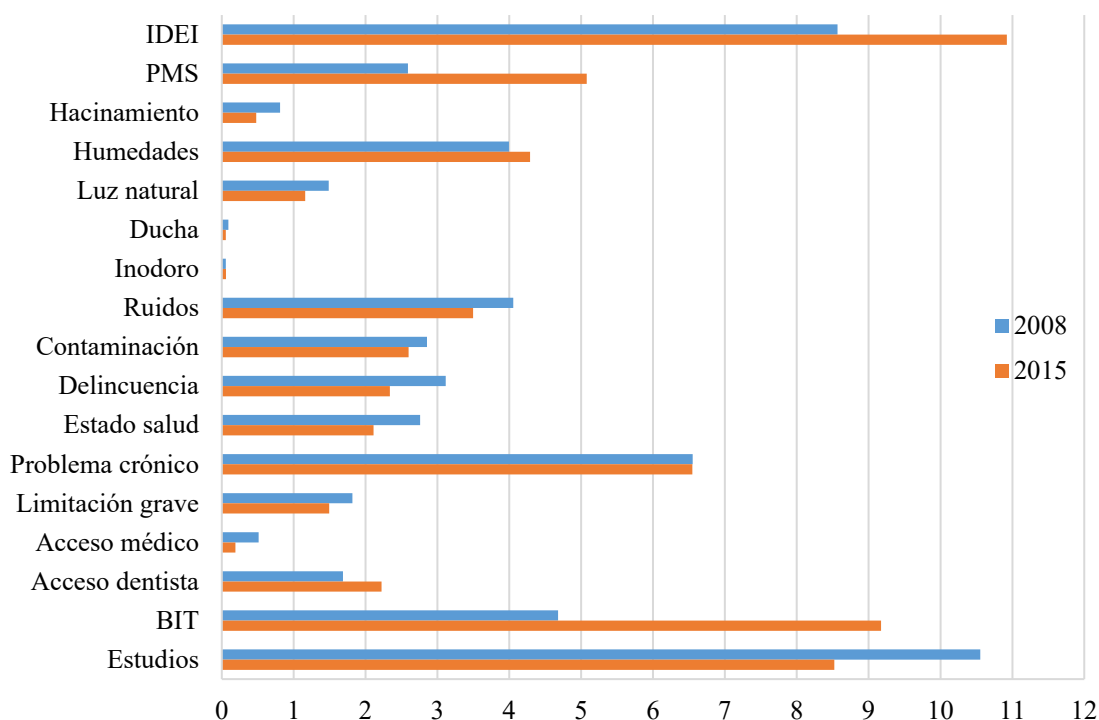
Fuente: Elaboración propia.

### 4.3. Desagregación dimensional y contribuciones a la pobreza.

La desagregación por dimensiones/indicadores es una de las propiedades más interesantes del índice  $M_0(k)$ , ya que permite conocer la contribución de cada dimensión/indicador al índice de pobreza. Se obtiene a partir de las tasas de privación censuradas que muestran la proporción de personas identificadas como multidimensionalmente pobres que están privadas en una determinada dimensión/indicador.

Las mayores tasas de privación censuradas se muestran en los indicadores de las dimensiones educación y económica, a las que se suma la dimensión trabajo en 2015 (Gráfico 11).

**Gráfico 11. Tasas de privación de los indicadores censurados para  $M_0$  (k) con  $k = 2/7$  (%).**



Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, la primera muestra el mayor descenso de la incidencia, lo que evidencia una mejora en la educación, mientras que el fuerte incremento del indicador BIT visualiza el claro empeoramiento del mercado laboral. En la dimensión entorno también se produce una mejoría ya que desciende la privación en los tres indicadores que la integran. En 2015, casi el 11% de las personas multidimensionalmente pobres están privadas en la dimensión económica, un 9,2% en la dimensión trabajo, un 8,5% en educación y, a mayor distancia, un 6,5% en el indicador problema crónico de la dimensión salud, un 5,1% en la dimensión material y un 4,3% en el indicador humedades de la dimensión vivienda.

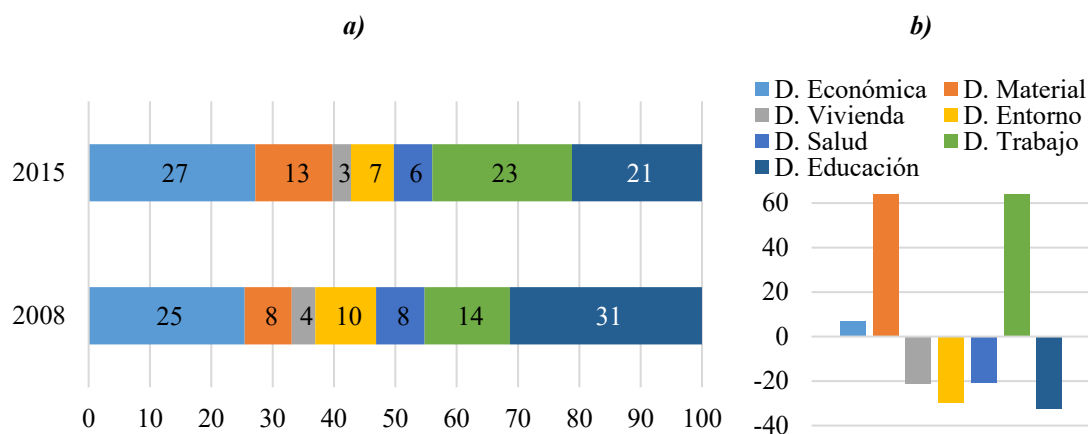
Las dimensiones que más influyen en el índice de pobreza multidimensional  $M_0$  (2/7) (Gráfico 12a) se corresponden en gran medida con las que mostraban una mayor privación. Esto es así porque las ponderaciones son iguales para todas las dimensiones. En 2008, la privación en la dimensión educación es la que más contribuye al índice de pobreza multidimensional con más de un 31%, seguida de la dimensión económica con más de un 25%. Cerca de un 60% del comportamiento de  $M_0$  está explicado por las privaciones en estas dos dimensiones. A mayor distancia se encuentran, con cerca de un 14%, la dimensión trabajo, con un 10% la dimensión entorno, con un 9%, cada una, las dimensiones salud y material y, con la menor contribución al índice, menos de un 4%, la dimensión vivienda.

Las contribuciones de los indicadores que componen las dimensiones vivienda, entorno y salud se representan en el Gráfico 13. En 2008, en la dimensión vivienda destaca la contribución de la presencia de humedades o goteras en la vivienda con un 2,4% seguida de la escasez de luz natural con un 0,9%. Las contribuciones restantes tienen muy poca incidencia en el índice, un 0,6% en conjunto. Los indicadores de la dimensión entorno tienen contribuciones bastante parecidas. La mayor está en la presencia de ruidos, seguida de delincuencia en la zona y contaminación con contribuciones del 4%, 3,1% y 2,8% respectivamente. El 8% con el que

contribuye la dimensión salud tiene su mayor exponente en la presencia de enfermedades crónicas en las personas con cerca de un 4%. Las contribuciones restantes son del 1,6% en estado salud, del 1,1% en limitación grave, del 1% en acceso al dentista y del 0,3% en acceso al médico.

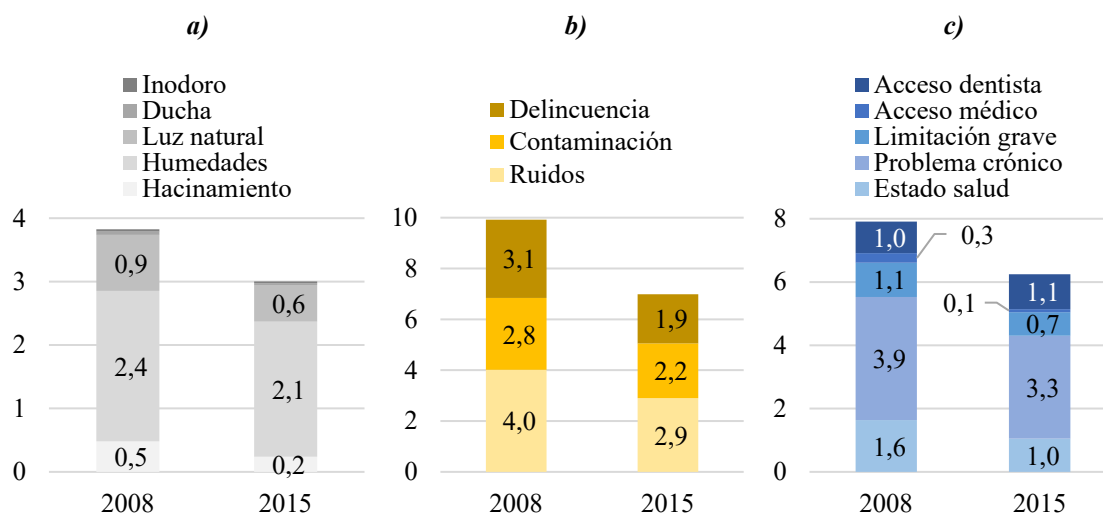
Las contribuciones de las dimensiones a la pobreza multidimensional han variado durante el periodo de estudio (Gráfico 12b). En las dimensiones material y trabajo se ha incrementado en más de un 60%. La dimensión económica también presenta el mismo signo pero, en este caso, el incremento es mucho más moderado, por debajo del 7%. Las demás dimensiones disminuyen su contribución al índice entre un 20% y un 30%. Estos cambios sitúan, en 2015, a la dimensión económica como la de mayor contribución con un 27%, en segundo lugar, a la dimensión trabajo con un 23%, en tercer lugar, a la dimensión educación, que antes era la de mayor contribución, con un 21%, y en cuarto lugar la privación material con un 13%. Las privaciones en las demás dimensiones contribuyen menos de un 10%, y su contribución disminuye de 2008 a 2015. Dentro de cada una de estas dimensiones (Gráfico 13), los indicadores que más contribuyen son humedades en vivienda, ruidos en entorno y problema crónico en salud, cuyas contribuciones al índice también disminuyen en el período.

**Gráfico 12. a) Contribución de cada dimensión a  $M_0(k)$  (%) y b) tasas de variación relativa de  $M_0(k)$  de 2015 vs. 2008 (%); para  $k = 2/7$ .**



Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico 13. Contribución a  $M_0(k)$ , para  $k = 2/7$ , de los indicadores que integran las dimensiones a) vivienda, b) entorno y c) salud (%).**



Fuente: Elaboración propia.

## 5. Conclusiones.

El interés por superar las limitaciones de los análisis unidimensionales de pobreza junto con el desarrollo de nuevos marcos normativos y metodologías multidimensionales han llevado a diversos organismos internacionales (OCDE, ONU, UE, OPHI), gobiernos nacionales y personal académico a implementar estudios de este tipo para monitorizar objetivos de bienestar y de lucha contra la pobreza y la exclusión social.

La metodología de Alkire y Foster, desarrollada sobre el enfoque de las capacidades de Sen, constituye una interesante propuesta en el ámbito multidimensional avalada tanto por sus buenas propiedades como por su creciente implementación empírica, en la que existe un alto grado de consenso tanto en las capacidades identificadas como en las dimensiones seleccionadas para dotar de contenido al índice.

Entre sus propiedades, la medida  $M_0(k)$  permite ser expresada como el producto de dos intuitivos índices, la proporción de individuos pobres  $H(k)$  y la privación media que sufren los mismos  $A(k)$ . También permite ser descompuesta por grupos poblacionales y por dimensiones/indicadores.

El análisis empírico se realizó a partir de los microdatos de la ECV para la población de 16 y más años. Se seleccionaron referentes indicadores que dotaron de contenido las dimensiones económica, material, vivienda, entorno, salud, trabajo y educación (igualmente ponderadas). En cada indicador se definieron umbrales de privación en consonancia con la literatura existente. En base a ésta, también se establecieron diferentes criterios de corte  $k$  ( $k=1/7, 2/7, 3/7$ ) para identificar quién es multidimensionalmente pobre, lo que permitió hacer análisis de sensibilidad a los umbrales seleccionados.

Las tasas de privación (no censuradas) más elevadas en 2008 (y también en 2015) se encuentran en estudios, problema crónico y ruidos; las menos elevadas en ducha e inodoro. De 2008 a 2015, los mayores incrementos se dan en las dimensiones trabajo (BIT), material (PMS) y económica (IDEI); las principales reducciones tienen lugar en el indicador acceso médico, y en las dimensiones vivienda, entorno y estudios. Llamativa es la fuerte reducción de la incidencia en el indicador acceso médico en un periodo caracterizado por importantes ajustes presupuestarios

que afectaron a los servicios públicos. Como posible explicación, cabe destacar la subjetividad y relatividad en las respuestas proporcionadas por los individuos en la encuesta, siendo probable que el fuerte empeoramiento en las dimensiones trabajo, material y económica difuminen el sentimiento de privación en otras dimensiones o indicadores, relativizándolo.

En el periodo 2008-2015 el comportamiento general ha sido el incremento del índice pobreza multidimensional  $M_0(k)$ , independientemente del criterio de corte  $k$ , alcanzando sus niveles más altos en el bienio 2013-2014. La incidencia (salvo para  $k = 1/7$ ) y la intensidad también aumentan. El número de personas identificadas como multidimensionalmente pobres en 2015 se aproxima a 18 millones para  $k = 1/7$ , roza los 6 millones para  $k = 2/7$  y es de 1,4 millones para  $k = 3/7$ . Como era de esperar, los incrementos del umbral  $k$  provocan descensos del índice  $M_0(k)$  y de la proporción de pobres  $H(k)$  e incrementos en la intensidad  $A(k)$ ; esto es, reflejan la reducción de la pobreza multidimensional provocada por el descenso en la proporción de personas multidimensionalmente pobres (incidencia), permaneciendo identificados como tal aquellos cuyas privaciones son más elevadas (intensidad).

Descomponiendo  $M_0(2/7)$  por sexo, las mujeres sufren índices de pobreza y de incidencia más altos, produciéndose un proceso de convergencia del 2008 al 2015, sin que haya sido suficiente para el *catch up*. La intensidad no sólo es mayor en los hombres, sino que su incremento en el periodo también es superior, provocando mayor divergencia en 2015.

Por grupos de edad, el que muestra índices más elevados es el de 50 a 64 años, seguido en 2008 por el de 65 y más años que, dada su fuerte reducción de la pobreza en el periodo, en 2015 se sitúa como el grupo menos pobre. Los mayores niveles de privación de estos grupos se deben a que parten de tasas de privación (censuradas) más elevadas en las dimensiones educación y salud (y trabajo en el grupo de 50 a 64 años) que, salvo salud, son de las que más contribuyen (después de la económica) a la pobreza multidimensional. La gran mejoría del grupo de 65 y más años se observa de forma generalizada en casi todas las dimensiones e indicadores; otro curioso ejemplo de cómo el sentimiento de relatividad puede estar afectando a los resultados. Los demás grupos incrementan sus indicadores de pobreza. El grupo de 16-24 años se sitúa en 2015 como el segundo más pobre a consecuencia de los incrementos de privación en las dimensiones económica y de trabajo. El comportamiento de la incidencia es similar al del índice de pobreza. En intensidad destaca la población mayor con tasas bastante inferiores al resto de los grupos.

Por tipología de hogar, la mayor presencia de pobreza se da en las familias monoparentales y en las parejas con 3 o más niños/as dependientes, y la menor en las parejas con menos de tres niños/as dependientes, en general durante todo el periodo de análisis y para los diferentes umbrales  $k$ . Los índices se han incrementado en todos los grupos, a excepción de las parejas sin niños. La intensidad también es mayor en los mismos tipos de hogar (monoparentales, parejas con 3 o más niños/as dependientes y otros hogares con niños/as), incrementándose de 2008 a 2015 en todas las tipologías de hogares con niños dependientes, a excepción de los monoparentales.

Por regiones, emerge el conocido patrón espacial norte-sur. Las más pobres son Extremadura, Andalucía, Castilla-La Mancha y Canarias y, a excepción de Extremadura, se mantienen todo el periodo. Los menores valores los presentan Cantabria, Navarra, Aragón y el País Vasco, manteniéndose también todo el periodo, aunque no en el mismo orden. Extremadura y Galicia son las únicas en las que baja el índice de pobreza, lo que hace que la primera deje de ser la región más pobre y se sitúe en 2015 en posiciones intermedias. Cantabria, Murcia y Canarias sufren los mayores incrementos. La intensidad de la pobreza en 2008 se manifiesta con más fuerza en Canarias y Andalucía; Baleares sufre el mayor aumento, pasando de ocupar la mejor posición en 2008 a situarse en 2015 entre las de mayor intensidad, solo superada por Canarias.

Descomponiendo por dimensiones, las tasas de privación censuradas más altas se dan en las dimensiones educación, económica y trabajo durante todo el periodo. En salud, la privación por existencia de un problema crónico también es alta. Los mayores aumentos se han dado en la

dimensión trabajo y en la de privación material, y la reducción más fuerte en la dimensión educación. Las dimensiones de educación y económica son las que más contribuyen a la pobreza (casi un 60%) y la que menos es la dimensión vivienda. El descenso de la privación en educación conjuntamente con el fuerte incremento en la de la dimensión trabajo provocan que en 2015 la segunda supere en contribución a la primera, situándose en segundo lugar, por detrás de la económica.

## Referencias

- Alkire, A. (2018). *The Research Agenda on Multidimensional Poverty Measurement: Important and As-yet Unanswered Questions*. OPHI Working Paper, 119. University of Oxford.
- Alkire, S., & Apablaza, M. (2016). *Multidimensional poverty in Europe 2006-2012: illustrating a methodology*. OPHI Working paper, 74. Recuperado de <http://www.ophi.org.uk/>
- Alkire, S., Apablaza, M., & Jung, E. (2014). *Multidimensional Poverty Measurement for EU-SILC Countries*. OPHI Research in Progress, 36c. Recuperado de <http://www.ophi.org.uk/>
- Alkire, S., Foster, J., Seth, S., Santos, M., Roche, J., & Ballon, P. (2015a). *Multidimensional Poverty Measurement and Analysis: The Alkire-Foster Counting Methodology*. OPHI Working paper, 86. Recuperado de <http://www.ophi.org.uk/>
- Alkire, S., Foster, J., Seth, S., Santos, M., Roche, J., & Ballon, P. (2015b). *Multidimensional Poverty Measurement and Analysis: Normative Choices in Measurement Design*. OPHI Working Paper, 87. Recuperado de <http://www.ophi.org.uk/>
- Alkire, S., & Foster, J. (2007). *Counting and multidimensional poverty measurement*. OPHI Working Paper, 7. University of Oxford.
- Alkire, S., & Foster, J. (2009). *Counting and Multidimensional Poverty Measurement (revised and updated)*. OPHI Working Paper, 32. University of Oxford.
- Alkire, S., & Foster, J. (2011). Counting and multidimensional poverty measurement. *Journal of Public Economics*, 95(7-8), 476-487.
- Alkire, S., & Santos, M. (2010). *Acute Multidimensional Poverty: A New Index for Developing Countries*. Human Development Research Paper (11). Recuperado de [http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdrp\\_2010\\_11.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdrp_2010_11.pdf)
- Alkire, S., & Summer, A. (2013). Multidimensional poverty and the post-2015 MDGs. *Development*, 56(1), 46-51.
- Angulo, R.C., Díaz, Y., & Pardo, R. (2011). Índice de Pobreza Multidimensional para Colombia. *Archivos de Economía*, 382. Departamento Nacional de Planeación.
- Argüeso, A., Escudero, T., Méndez, J.M., & Izquierdo, M.J. (2014). Alternativas en la construcción de un indicador multidimensional de calidad de vida. *Estadística Española*, 56(184), 147-196.



- Artavia, M. (2016). Medición multidimensional de la pobreza: una propuesta exploratoria para Costa Rica. *Revista Estudios de Políticas Públicas*, 1(1), 138-159.
- Atkinson, A. B., Marlier, T., Nolan, B.c, & Vandebroucke, F. (2002). *Social indicators: The EU and social inclusion*. Oxford: Oxford University Press.
- Boarini, R., & d'Ercole, M.M. (2013). Going beyond GDP: An OECD perspective. *Fiscal Studies*, 34(3), 289-314.
- Busch, C., & Peichl, A. (2010). The Development of Multidimensional Poverty in Germany 1985-2007. *IZA Discussion paper series*, 4922, 1-43. Recuperado de <http://legacy.iza.org/>
- Castillo, R., & Jácome, F. (2015). Medición de la Pobreza Multidimensional en Ecuador. *INEC*, 1, 15-25.
- Corbelle, F. (2017). *Pobreza: conceptos, enfoques y métodos de análisis. Tres ensayos de medición aplicada: España y eurorregión Galicia-Norte de Portugal* (tesis doctoral). Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, España. Recuperado de <https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/15678>
- European Commission (EC) (s.f.). *Beyond GDP: Measuring progress, true wealth, and well-being. 2007 conference*. Recuperado de [http://ec.europa.eu/environment/beyond\\_gdp/2007\\_conference\\_en.html](http://ec.europa.eu/environment/beyond_gdp/2007_conference_en.html)
- European Commission (EC) (2010). *Comunicación de la Comisión. Europa 2020. Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador*. Bruselas, 3.3.2010 COM(2010) 2020 final. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:ES:PDF>
- Eurostat (s.f.a). *Quality of life*. Recuperado de [http://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/qol/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/qol/index_en.html)
- Eurostat (s.f.b). *Statistics explained. Material deprivation statistics - early results*. Recuperado de [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Material\\_deprivation\\_statistics\\_-\\_early\\_results](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Material_deprivation_statistics_-_early_results)
- Eurostat (s.f.c). *Statistics explained. Glossary: Overcrowding rate*. Recuperado de [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Overcrowding\\_rate](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Overcrowding_rate)
- Eurostat (s.f.d). *Statistics explained. Glossary:Persons living in households with low work intensity*. Recuperado de [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Persons\\_living\\_in\\_households\\_with\\_low\\_work\\_intensity](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Persons_living_in_households_with_low_work_intensity)
- Eurostat (2008 - 2016). *European Union Statistics On Income And Living Conditions (EU-SILC)*. European Commission: Luxembourg. Recuperado de <http://ec.europa.eu/eurostat/>
- INE (2005). *Metodología ECV. Revisada 2013*. Recuperado de [http://www.ine.es/daco/daco42/condivi/ecv\\_metodo.pdf](http://www.ine.es/daco/daco42/condivi/ecv_metodo.pdf) el 13/01/2017
- INE (2008-2015). *Encuesta de Condiciones de Vida (ECV)*. Recuperado de <http://www.ine.es/>

- Larrú, J.M. (2016). Medición multidimensional de la pobreza: estado de la cuestión y aplicación al ODS-1. *Revista Internacional de Cooperación y Desarrollo*, 3(1), 4-34.
- Llano, J.C. (2015). *El estado de la pobreza. Seguimiento del indicador de pobreza y exclusión social en España 2009-2014*. Madrid, España: EAPN ESPAÑA. Recuperado de [https://www.eapn.es/estadodepobreza/ARCHIVO/documentos/Informe\\_AROPE\\_2015.pdf](https://www.eapn.es/estadodepobreza/ARCHIVO/documentos/Informe_AROPE_2015.pdf)
- Llano, J.C. (2018). *El estado de la pobreza. Seguimiento del indicador de pobreza y exclusión social en España 2008-2017*. Madrid, España: EAPN ESPAÑA. Recuperado de [https://www.eapn.es/estadodepobreza/ARCHIVO/documentos/Informe\\_AROPE\\_2018.pdf](https://www.eapn.es/estadodepobreza/ARCHIVO/documentos/Informe_AROPE_2018.pdf)
- López-Menéndez, A.J. (2015). Reflexiones, retos y experiencias en la medición del bienestar y el buen vivir. En INEC (Ed.). *Experiencias y metodologías internacionales de medición del bienestar: una referencia para el Buen Vivir de Ecuador* (pp.197-216). Instituto Nacional de Estadística y Censos, Quito.
- Martínez, R. (2017). *Multidimensional deprivation and poverty: three essays based on EU-SILC data* (tesis de doctorado). Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, España. Recuperado de <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=sqSFgWieiLQ%3D>
- Méndez, J.M., Paniagua, M.M., & Sánchez, M. (2008). La incidencia del alquiler o la propiedad de la vivienda en la medición de la pobreza en España. *Economistas*, 117, 93-98.
- Mohanty, S.K. (2011). Multidimensional poverty and child survival in India. *PLoS ONE* 6(10): e26857.
- Multidimensional Poverty Peer Network (MPPN) (s.f.). *Red de pobreza multidimensional*. Recuperado de <https://www.mppn.org/es/>
- Nussbaum, M. (2000). *Women and Human Development: the capabilities approach*. New York: Cambridge University Press.
- OECD/EU/JRC (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. OECD Publishing, Paris. DOI: 10.1787/9789264043466-en.
- OECD (s.f.). *Measuring Well-being and Progress: Well-being Research*. Recuperado de <http://www.oecd.org/statistics/measuring-well-being-and-progress.htm>.
- OECD (2019). *Measuring Distance to the SDG Targets 2019. An Assessment of Where OECD Countries Stand*. Paris: OECD Publishing.
- ONU (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Resolución: A/RES/70/1*, pp. 1-40. Recuperado de <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/70/1>
- PNUD (2010). *Human Development Report*. New York: Palgrave Macmillan.

- Poza, C., & Fernández, J.A. (2010). Una aproximación a la construcción de un indicador de pobreza multidimensional. ¿Cuáles son los focos de riesgo en España? *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 10, 43-72.
- Prieto, M., González, Y., & García, C. (2016). La pobreza en España desde una perspectiva multidimensional. *Revista de economía aplicada*, 24(70), 77-110.
- Rogan, M. (2016). Gender and multidimensional poverty in South Africa: Applying the global multidimensional poverty index (MPI). *Social Indicators Research*, 126(3), 987-1006.
- Rowntree, B.S. (1901). *A Study of Town Life*. London: Macmillan.
- Sen, A. (1983). Poor, relatively speaking. *Oxford Economic Papers*, 35, 153-169.
- Sen, A. (1985). *Commodities and capabilities*. Oxford: Elsevier Science.
- Suppa, N. (2015). *Towards a Multidimensional Poverty Index for Germany*. OPHI Working papers, 98, University of Oxford. Recuperado de <http://www.ophi.org.uk/>
- Suppa, N. (2016). *Comparing monetary and multidimensional poverty in Germany*. OPHI Working Paper, 103, University of Oxford. Recuperado de <http://www.ophi.org.uk/>
- Urbanos, R., & Puig-Junoy, J. (2014). Políticas de austeridad y cambios en las pautas de uso de los servicios sanitarios. Informe SESPAS 2014. *Gaceta Sanitaria*, 28 (Supl. 1), 81-88.
- Whelan, C., Nolan, B., & Maître, B. (2012). *Multidimensional poverty measurement in Europe: An application of the adjusted headcount approach*. UCD Discussion Paper Series, WP2012/11. Recuperado de <http://www.ucd.ie/>
- Zugasti, N., & Laparra, M. (2017). Midiendo la pobreza a nivel autonómico en España. Una propuesta reflexiva. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 158, 117-134.

## Anexo

**Tabla A1. Tasas de privación (%).**

Dimensión	Indicador	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Diferencias 15 vs. 08 (pp.)	TV 15 vs.08 (%)
Económica	IDEI	15,12	15,36	15,94	16,09	17,30	17,18	18,06	17,84	2,71	17,94
Material	PMS	3,20	4,09	4,50	4,37	5,52	5,71	6,59	5,89	2,69	84,09
Vivienda	Hacinamiento	1,71	1,34	0,94	1,57	1,33	1,23	1,07	0,96	-0,75	-43,87
	Humedades	16,84	18,14	21,52	15,78	11,98	16,42	16,79	14,81	-2,03	-12,06
	Luz natural	5,78	6,95	5,50	4,35	4,25	6,39	4,95	3,81	-1,97	-34,03
	Ducha	0,11	0,01	0,00	0,02	0,08	0,10	0,12	0,09	-0,01	-13,76
	Inodoro	0,07	0,01	0,00	0,01	0,08	0,10	0,11	0,08	0,01	8,37
Entorno	Ruidos	22,18	22,66	18,29	15,73	14,92	18,36	15,98	15,38	-6,81	-30,69
	Contaminación	13,07	13,60	10,58	8,17	7,94	9,86	9,98	10,15	-2,92	-22,35
	Delincuencia	14,80	16,55	12,91	10,90	10,31	14,58	11,80	9,96	-4,84	-32,72
Salud	Estado salud	7,92	8,56	8,03	7,36	8,03	8,36	8,21	7,41	-0,51	-6,44
	Problema crónico	29,72	30,17	29,38	22,93	26,08	31,50	29,64	32,74	3,02	10,16
	Limitación grave	5,35	5,61	5,34	4,70	5,10	5,36	5,36	5,14	-0,21	-3,88
	Acceso médico	2,59	2,67	2,24	1,93	2,36	2,67	1,97	0,66	-1,93	-74,43
	Acceso dentista	5,21	5,52	5,81	4,45	7,25	8,26	8,16	5,18	-0,03	-0,56
Trabajo	BIT	7,20	8,06	10,66	13,09	13,68	14,38	15,12	14,04	6,84	95,04
Educación	Estudios	32,35	30,94	30,08	30,87	28,65	27,15	25,62	25,26	-7,09	-21,92

Nota: pp. – puntos porcentuales.

Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos de la ECV.

**Tabla A2. Índice de pobreza multidimensional M0 (k), subíndices H (k) y A (k) y n° de personas multidimensionalmente pobres.**

2008		2009			2010							
k	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>
1/7	17.949.768	0,47	0,236	0,111	17.968.841	0,466	0,24	0,112	18.168.060	0,469	0,241	0,113
2/7	5.003.565	0,131	0,368	0,048	5.284.266	0,137	0,372	0,051	5.508.538	0,142	0,375	0,053
3/7	992.044	0,026	0,512	0,013	1.080.254	0,028	0,522	0,015	1.215.886	0,031	0,521	0,016

2011		2012			2013							
k	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>
1/7	18.542.001	0,478	0,237	0,113	18.413.106	0,474	0,243	0,115	18.354.955	0,474	0,252	0,119
2/7	5.812.701	0,15	0,373	0,056	6.021.194	0,155	0,377	0,058	6.165.685	0,159	0,387	0,062
3/7	1.218.593	0,031	0,529	0,017	1.356.792	0,035	0,532	0,019	1.661.953	0,043	0,531	0,023

2014		2015						
k	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>
1/7	18.116.149	0,471	0,252	0,119	17.707.618	0,46	0,245	0,113
2/7	6.284.372	0,163	0,386	0,063	5.880.498	0,153	0,38	0,057
3/7	1.687.611	0,044	0,531	0,023	1.394.708	0,036	0,523	0,019

Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos de la ECV.

**Tabla A3. M0 (k), H (k), A (k) y n° de personas multidimensionalmente pobres. Clasificación subgrupos: sexo.**

		2008				2009				2010			
k	Subgrupo	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>
1/7	Hombres	8.318.382	0,443	0,235	0,104	8.351.321	0,44	0,237	0,104	8.480.050	0,446	0,241	0,108
	Mujeres	9.631.386	0,496	0,236	0,117	9.617.521	0,49	0,243	0,119	9.688.010	0,491	0,242	0,119
2/7	Hombres	2.346.971	0,125	0,368	0,046	2.392.507	0,126	0,37	0,047	2.552.634	0,134	0,38	0,051
	Mujeres	2.656.593	0,137	0,367	0,05	2.891.759	0,147	0,373	0,055	2.955.904	0,15	0,371	0,056
3/7	Hombres	473.341	0,025	0,515	0,013	488.302	0,026	0,525	0,014	613.240	0,032	0,524	0,017
	Mujeres	518.703	0,027	0,508	0,014	591.952	0,03	0,519	0,016	602.646	0,031	0,518	0,016

		2011				2012				2013			
k	Subgrupo	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>
1/7	Hombres	8.658.553	0,455	0,236	0,107	8.552.829	0,45	0,245	0,11	8.613.808	0,455	0,253	0,115
	Mujeres	9.883.448	0,5	0,238	0,119	9.860.277	0,497	0,241	0,12	9.741.147	0,492	0,251	0,123
2/7	Hombres	2.704.338	0,142	0,374	0,053	2.883.253	0,152	0,381	0,058	2.946.439	0,156	0,392	0,061
	Mujeres	3.108.363	0,157	0,372	0,058	3.137.941	0,158	0,374	0,059	3.219.246	0,163	0,383	0,062
3/7	Hombres	585.197	0,031	0,528	0,016	687.209	0,036	0,534	0,019	873.786	0,046	0,527	0,024
	Mujeres	633.396	0,032	0,529	0,017	669.583	0,034	0,53	0,018	788.167	0,04	0,536	0,021

		2014				2015			
k	Subgrupo	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>
1/7	Hombres	8.347.049	0,445	0,252	0,112	8.267.413	0,441	0,246	0,108
	Mujeres	9.769.101	0,495	0,252	0,125	9.440.206	0,478	0,244	0,117
2/7	Hombres	2.927.288	0,156	0,389	0,061	2.803.472	0,149	0,379	0,057
	Mujeres	3.357.085	0,17	0,384	0,065	3.077.025	0,156	0,374	0,058
3/7	Hombres	789.392	0,042	0,535	0,023	707.427	0,038	0,523	0,02
	Mujeres	898.219	0,046	0,528	0,024	687.282	0,035	0,524	0,018

Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos de la ECV.

**Tabla A4. M0 (k), H (k), A (k) y n° de personas multidimensionalmente pobres. Clasificación subgrupos: grupos de edad.**

		2008				2009				2010				2011			
k	Subgrupo	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>
1/7	16 - 24 años	1.682.767	0,361	0,241	0,087	1.647.903	0,36	0,241	0,087	1.733.903	0,389	0,248	0,096	1.653.495	0,381	0,242	0,092
	25 - 34 años	2.082.772	0,269	0,231	0,062	2.102.599	0,275	0,242	0,067	2.222.909	0,299	0,243	0,073	2.297.612	0,321	0,247	0,079
	35 - 49 años	3.866.084	0,357	0,24	0,086	3.841.302	0,348	0,246	0,085	3.939.904	0,351	0,255	0,09	4.043.824	0,356	0,253	0,09
	50 - 64 años	4.514.919	0,586	0,246	0,144	4.554.212	0,578	0,254	0,146	4.426.935	0,55	0,253	0,139	4.546.047	0,553	0,252	0,14
	65 y más	5.803.227	0,796	0,224	0,179	5.822.825	0,784	0,226	0,177	5.844.410	0,772	0,221	0,17	6.001.023	0,777	0,209	0,163
2/7	16 - 24 años	556.621	0,119	0,37	0,044	528.888	0,115	0,377	0,044	639.950	0,144	0,379	0,054	579.593	0,133	0,385	0,051
	25 - 34 años	577.783	0,075	0,374	0,028	703.151	0,092	0,37	0,034	729.241	0,098	0,381	0,037	909.425	0,127	0,364	0,046
	35 - 49 años	1.197.469	0,111	0,373	0,041	1.219.391	0,11	0,384	0,042	1.408.415	0,126	0,391	0,049	1.550.124	0,136	0,387	0,053
	50 - 64 años	1.473.177	0,191	0,376	0,072	1.606.541	0,204	0,379	0,077	1.647.080	0,204	0,374	0,076	1.780.520	0,216	0,375	0,081
	65 y más	1.198.514	0,164	0,349	0,057	1.226.295	0,165	0,35	0,058	1.083.853	0,143	0,349	0,05	993.039	0,129	0,348	0,045
3/7	16 - 24 años	114.049	0,024	0,51	0,012	125.325	0,027	0,515	0,014	175.074	0,039	0,511	0,02	156.145	0,036	0,533	0,019
	25 - 34 años	160.241	0,021	0,494	0,01	173.059	0,023	0,504	0,011	165.020	0,022	0,526	0,012	157.893	0,022	0,519	0,011
	35 - 49 años	279.251	0,026	0,524	0,014	300.950	0,027	0,545	0,015	409.256	0,036	0,529	0,019	385.785	0,034	0,538	0,018
	50 - 64 años	317.027	0,041	0,518	0,021	383.992	0,049	0,519	0,025	360.260	0,045	0,523	0,023	422.166	0,051	0,53	0,027
	65 y más	121.475	0,017	0,494	0,008	96.927	0,013	0,505	0,007	106.277	0,014	0,492	0,007	96.604	0,013	0,492	0,006
		2012				2013				2014				2015			
k	Subgrupo	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>
1/7	16 - 24 años	1.713.468	0,403	0,254	0,102	1.702.673	0,41	0,263	0,108	1.621.164	0,4	0,268	0,107	1.671.634	0,416	0,256	0,107
	25 - 34 años	2.216.522	0,324	0,259	0,084	2.181.302	0,336	0,26	0,087	2.142.924	0,35	0,27	0,094	1.885.183	0,322	0,254	0,082
	35 - 49 años	4.023.234	0,35	0,261	0,091	4.095.217	0,355	0,277	0,098	4.094.666	0,356	0,273	0,097	3.869.696	0,337	0,268	0,09
	50 - 64 años	4.555.957	0,542	0,259	0,14	4.544.493	0,531	0,264	0,14	4.554.512	0,525	0,269	0,141	4.489.345	0,506	0,264	0,134
	65 y más	5.903.925	0,753	0,209	0,158	5.831.269	0,731	0,217	0,159	5.702.883	0,7	0,211	0,148	5.791.761	0,699	0,209	0,146
2/7	16 - 24 años	713.192	0,168	0,372	0,062	726.370	0,175	0,382	0,067	735.185	0,181	0,389	0,071	752.551	0,187	0,365	0,068
	25 - 34 años	898.984	0,131	0,39	0,051	835.811	0,129	0,401	0,052	955.713	0,156	0,384	0,06	754.509	0,129	0,373	0,048
	35 - 49 años	1.651.518	0,144	0,386	0,055	1.845.494	0,16	0,398	0,064	1.812.504	0,158	0,393	0,062	1.735.609	0,151	0,384	0,058

50 - 64 años	1.915.997	0,228	0,376	0,086	1.821.697	0,213	0,387	0,082	1.959.172	0,226	0,392	0,088	1.870.074	0,211	0,385	0,081
65 y más	841.502	0,107	0,354	0,038	936.312	0,117	0,355	0,042	821.798	0,101	0,357	0,036	767.754	0,093	0,353	0,033
16 - 24 años	161.791	0,038	0,507	0,019	203.188	0,049	0,52	0,025	210.565	0,052	0,525	0,027	155.260	0,039	0,517	0,02
25 - 34 años	255.154	0,037	0,543	0,02	283.110	0,044	0,533	0,023	259.988	0,043	0,524	0,022	177.792	0,03	0,518	0,016
3/7 35 - 49 años	426.056	0,037	0,535	0,02	603.054	0,052	0,529	0,028	559.993	0,049	0,537	0,026	479.456	0,042	0,531	0,022
50 - 64 años	418.409	0,05	0,536	0,027	452.478	0,053	0,545	0,029	549.305	0,063	0,538	0,034	494.852	0,056	0,524	0,029
65 y más	95.382	0,012	0,513	0,006	120.123	0,015	0,502	0,008	107.760	0,013	0,501	0,007	87.348	0,011	0,499	0,005

Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos de la ECV.



**Tabla A5. M<sub>0</sub> (k), H (k), A (k) y n° de personas multidimensionalmente pobres. Clasificación subgrupos: tipología del hogar.**

k	Subgrupo	2008				2009				2010				2011			
		N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>
1/7	Tipo 1	2.192.340	0,583	0,236	0,137	2.226.834	0,569	0,238	0,135	2.342.887	0,58	0,24	0,139	2.369.747	0,576	0,235	0,136
	Tipo 2	4.911.933	0,535	0,239	0,128	5.044.417	0,528	0,24	0,127	5.227.994	0,532	0,236	0,125	5.512.902	0,553	0,229	0,126
	Tipo 3	4.409.604	0,486	0,222	0,108	4.243.608	0,479	0,228	0,109	4.235.935	0,492	0,23	0,113	4.272.180	0,517	0,237	0,123
	Tipo 4	221.558	0,468	0,283	0,132	250.595	0,554	0,285	0,158	341.812	0,541	0,313	0,169	340.984	0,506	0,268	0,135
	Tipo 5	1.353.451	0,325	0,226	0,073	1.294.092	0,308	0,248	0,076	1.230.020	0,284	0,239	0,068	1.390.722	0,309	0,234	0,072
	Tipo 6	1.304.148	0,293	0,218	0,064	1.571.757	0,337	0,225	0,076	1.581.582	0,336	0,24	0,081	1.588.129	0,327	0,233	0,076
	Tipo 7	545.770	0,506	0,283	0,143	534.644	0,503	0,275	0,138	532.604	0,506	0,272	0,138	561.659	0,498	0,264	0,131
	Tipo 8	3.010.964	0,498	0,25	0,124	2.802.895	0,478	0,256	0,123	2.673.668	0,485	0,257	0,125	2.502.950	0,472	0,252	0,119
2/7	Tipo 1	536.258	0,143	0,371	0,053	582.379	0,149	0,377	0,056	666.790	0,165	0,371	0,061	651.361	0,158	0,384	0,061
	Tipo 2	1.415.365	0,154	0,365	0,056	1.494.684	0,156	0,363	0,057	1.424.420	0,145	0,368	0,053	1.499.665	0,15	0,363	0,055
	Tipo 3	937.822	0,103	0,363	0,038	1.011.713	0,114	0,354	0,04	1.028.757	0,12	0,373	0,045	1.294.326	0,157	0,374	0,059
	Tipo 4	112.614	0,238	0,384	0,091	110.469	0,244	0,408	0,1	195.030	0,309	0,413	0,127	170.628	0,253	0,364	0,092
	Tipo 5	365.418	0,088	0,357	0,031	437.579	0,104	0,377	0,039	386.381	0,089	0,38	0,034	460.163	0,102	0,365	0,037
	Tipo 6	318.830	0,072	0,351	0,025	434.803	0,093	0,352	0,033	505.853	0,107	0,377	0,04	534.244	0,11	0,363	0,04
	Tipo 7	297.416	0,276	0,372	0,103	243.360	0,229	0,389	0,089	262.326	0,249	0,374	0,093	273.962	0,243	0,366	0,089
	Tipo 8	1.019.842	0,169	0,379	0,064	969.279	0,165	0,4	0,066	1.038.981	0,188	0,379	0,071	928.353	0,175	0,393	0,069
3/7	Tipo 1	93.219	0,025	0,52	0,013	124.526	0,032	0,513	0,016	137.527	0,034	0,518	0,018	172.646	0,042	0,526	0,022
	Tipo 2	239.668	0,026	0,519	0,014	211.827	0,022	0,518	0,011	251.991	0,026	0,524	0,013	243.228	0,024	0,536	0,013
	Tipo 3	166.820	0,018	0,508	0,009	133.844	0,015	0,512	0,008	196.415	0,023	0,523	0,012	267.657	0,032	0,521	0,017
	Tipo 4	31.564	0,067	0,516	0,034	40.360	0,089	0,515	0,046	77.403	0,122	0,525	0,064	39.586	0,059	0,535	0,031
	Tipo 5	57.390	0,014	0,506	0,007	109.974	0,026	0,512	0,013	91.259	0,021	0,535	0,011	81.162	0,018	0,524	0,009
	Tipo 6	48.517	0,011	0,504	0,005	69.472	0,015	0,505	0,008	140.860	0,03	0,509	0,015	88.393	0,018	0,53	0,01
	Tipo 7	76.496	0,071	0,524	0,037	67.433	0,063	0,559	0,035	69.213	0,066	0,496	0,033	53.926	0,048	0,526	0,025
	Tipo 8	278.370	0,046	0,504	0,023	322.817	0,055	0,533	0,029	251.218	0,046	0,525	0,024	271.995	0,051	0,531	0,027

Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos de la ECV.

**Tabla A5. M<sub>0</sub> (k), H (k), A (k) y n° de personas multidimensionalmente pobres. Clasificación subgrupos: tipología del hogar (continuación).**

k	Subgrupo	2012				2013				2014				2015			
		N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>
1/7	Tipo 1	2.474.276	0,589	0,245	0,144	2.523.887	0,584	0,246	0,144	2.647.028	0,585	0,249	0,146	2.696.289	0,578	0,242	0,14
	Tipo 2	5.479.674	0,533	0,23	0,123	5.714.657	0,543	0,237	0,129	5.445.797	0,524	0,233	0,122	5.321.335	0,512	0,228	0,117
	Tipo 3	4.082.400	0,503	0,232	0,117	3.796.314	0,495	0,243	0,12	3.693.851	0,485	0,247	0,12	3.767.876	0,485	0,24	0,117
	Tipo 4	380.251	0,508	0,286	0,146	413.179	0,532	0,26	0,138	440.222	0,53	0,302	0,16	456.376	0,525	0,282	0,148
	Tipo 5	1.542.501	0,332	0,244	0,081	1.534.469	0,322	0,256	0,083	1.540.013	0,332	0,251	0,083	1.241.407	0,274	0,251	0,069
	Tipo 6	1.558.355	0,315	0,243	0,076	1.470.148	0,297	0,263	0,078	1.556.476	0,325	0,257	0,084	1.546.668	0,313	0,248	0,078
	Tipo 7	513.020	0,482	0,282	0,136	459.485	0,455	0,34	0,155	493.657	0,479	0,309	0,148	499.848	0,482	0,295	0,142
	Tipo 8	2.382.630	0,491	0,275	0,135	2.436.447	0,517	0,278	0,143	2.299.106	0,493	0,282	0,139	2.173.340	0,505	0,275	0,139
2/7	Tipo 1	759.490	0,181	0,382	0,069	724.907	0,168	0,395	0,066	862.152	0,191	0,382	0,073	814.242	0,175	0,371	0,065
	Tipo 2	1.548.346	0,151	0,357	0,054	1.545.556	0,147	0,377	0,055	1.404.177	0,135	0,376	0,051	1.271.842	0,122	0,376	0,046
	Tipo 3	1.116.268	0,137	0,375	0,052	1.123.755	0,146	0,381	0,056	1.192.058	0,157	0,389	0,061	1.216.593	0,157	0,363	0,057
	Tipo 4	198.223	0,265	0,387	0,103	156.333	0,201	0,385	0,078	230.935	0,278	0,409	0,114	236.182	0,271	0,385	0,105
	Tipo 5	528.612	0,114	0,379	0,043	586.238	0,123	0,378	0,047	584.003	0,126	0,371	0,047	465.875	0,103	0,379	0,039
	Tipo 6	566.954	0,115	0,377	0,043	625.587	0,126	0,383	0,048	631.077	0,132	0,378	0,05	603.343	0,122	0,368	0,045
	Tipo 7	265.219	0,249	0,391	0,097	283.875	0,281	0,438	0,123	289.760	0,281	0,404	0,114	273.918	0,264	0,396	0,105
	Tipo 8	1.038.082	0,214	0,4	0,086	1.119.434	0,237	0,396	0,094	1.090.211	0,234	0,403	0,094	996.010	0,232	0,394	0,091
3/7	Tipo 1	161.564	0,038	0,538	0,021	201.391	0,047	0,533	0,025	201.187	0,044	0,544	0,024	187.798	0,04	0,513	0,021
	Tipo 2	245.333	0,024	0,522	0,012	321.610	0,031	0,545	0,017	305.026	0,029	0,538	0,016	292.213	0,028	0,529	0,015
	Tipo 3	225.109	0,028	0,548	0,015	294.100	0,038	0,525	0,02	322.442	0,042	0,531	0,022	238.751	0,031	0,504	0,015
	Tipo 4	43.519	0,058	0,548	0,032	45.332	0,058	0,509	0,03	82.978	0,1	0,561	0,056	47.337	0,054	0,55	0,03
	Tipo 5	134.319	0,029	0,528	0,015	141.065	0,03	0,522	0,015	117.772	0,025	0,528	0,013	114.758	0,025	0,545	0,014
	Tipo 6	137.389	0,028	0,536	0,015	180.232	0,036	0,52	0,019	171.091	0,036	0,503	0,018	137.770	0,028	0,51	0,014
	Tipo 7	84.999	0,08	0,521	0,042	132.016	0,131	0,548	0,072	100.354	0,097	0,545	0,053	81.985	0,079	0,547	0,043
	Tipo 8	324.560	0,067	0,527	0,035	346.207	0,073	0,528	0,039	386.761	0,083	0,524	0,043	293.531	0,068	0,528	0,036

Nota: Tipo 1: Unipersonales (Una persona: hombre de menos de 30 años, Una persona: hombre de entre 30 y 64 años, Una persona: hombre de 65 o más años, Una persona: mujer de menos de 30 años, Una persona: mujer de entre 30 y 64 años, y Una persona: mujer de 65 o más años). Tipo 2: Parejas sin niños dependientes (2 adultos sin niños

dependientes económicamente, al menos una persona de 65 o más años; y 2 adultos sin niños dependientes económicamente, teniendo ambos menos de 65 años). Tipo 3: Otros hogares sin niños dependientes económicamente. Tipo 4: Un adulto con al menos un niño dependiente. Tipo 5: Dos adultos con un niño dependiente. Tipo 6: Dos adultos con dos niños dependientes. Tipo 7: Dos adultos con tres o más niños dependientes. Tipo 8: Otros hogares con niños dependientes. Nota 2: Son niños dependientes económicamente todos los menores de 18 años y los que tienen 18 y más años pero menos de 25 y que son económicamente inactivos.

Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos de la ECV.

**Tabla A6. M0 (k), H (k), A (k) y n° de personas multidimensionalmente pobres. Clasificación subgrupos: regiones.**

k	Subgrupo	2008				2009				2010				2011			
		N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>
1/7	ES11	1.306.481	0,544	0,229	0,125	1.319.644	0,545	0,239	0,13	1.262.965	0,524	0,241	0,126	1.203.480	0,501	0,236	0,118
	ES12	427.367	0,454	0,215	0,098	420.584	0,444	0,213	0,095	391.753	0,417	0,206	0,086	399.140	0,424	0,202	0,086
	ES13	166.515	0,328	0,205	0,067	169.010	0,325	0,212	0,069	174.559	0,348	0,226	0,079	202.093	0,403	0,214	0,086
	ES21	544.473	0,299	0,221	0,066	542.066	0,296	0,222	0,066	626.267	0,337	0,235	0,079	689.607	0,372	0,234	0,087
	ES22	182.869	0,361	0,202	0,073	193.333	0,374	0,209	0,078	205.132	0,388	0,206	0,08	199.862	0,375	0,214	0,08
	ES23	119.859	0,453	0,211	0,096	124.070	0,468	0,211	0,099	124.632	0,47	0,213	0,1	119.956	0,448	0,219	0,098
	ES24	491.731	0,437	0,201	0,088	454.142	0,402	0,194	0,078	474.981	0,421	0,204	0,086	461.131	0,411	0,211	0,087
	ES30	2.058.796	0,396	0,233	0,092	1.960.429	0,372	0,236	0,088	1.900.322	0,358	0,228	0,081	1.914.173	0,363	0,219	0,08
	ES41	1.068.486	0,492	0,221	0,109	1.039.720	0,475	0,228	0,108	1.043.492	0,48	0,234	0,112	1.009.986	0,464	0,221	0,103
	ES42	863.709	0,517	0,24	0,124	831.556	0,488	0,242	0,118	872.942	0,514	0,239	0,123	948.308	0,545	0,224	0,122
	ES43	484.268	0,533	0,249	0,133	486.054	0,535	0,245	0,131	516.774	0,556	0,271	0,15	505.694	0,545	0,244	0,133
	ES51	2.732.076	0,448	0,226	0,101	2.765.632	0,449	0,233	0,105	2.799.027	0,455	0,238	0,109	2.895.867	0,468	0,236	0,11
	ES52	2.134.351	0,516	0,245	0,126	2.022.087	0,489	0,24	0,117	2.035.410	0,491	0,24	0,118	1.950.116	0,471	0,232	0,109
	ES53	396.650	0,452	0,234	0,106	403.301	0,453	0,229	0,104	424.496	0,48	0,236	0,113	417.425	0,468	0,251	0,118
	ES61	3.504.615	0,526	0,253	0,133	3.594.274	0,534	0,259	0,138	3.685.660	0,543	0,257	0,139	3.927.056	0,575	0,26	0,15
	ES62	523.675	0,454	0,232	0,105	618.855	0,528	0,247	0,13	682.927	0,568	0,264	0,15	662.060	0,56	0,238	0,133
	ES70	883.810	0,534	0,245	0,131	967.798	0,576	0,269	0,155	885.931	0,52	0,25	0,13	979.968	0,57	0,253	0,144
2/7	ES11	357.464	0,149	0,357	0,053	374.889	0,155	0,363	0,056	346.705	0,144	0,378	0,054	343.186	0,143	0,371	0,053
	ES12	84.266	0,09	0,354	0,032	84.627	0,089	0,351	0,031	72.570	0,077	0,331	0,026	68.187	0,072	0,335	0,024
	ES13	26.091	0,051	0,345	0,018	30.612	0,059	0,354	0,021	36.536	0,073	0,39	0,028	45.112	0,09	0,345	0,031
	ES21	107.650	0,059	0,372	0,022	132.280	0,072	0,348	0,025	152.820	0,082	0,387	0,032	201.931	0,109	0,372	0,041
	ES22	25.824	0,051	0,355	0,018	33.577	0,065	0,351	0,023	29.952	0,057	0,368	0,021	44.418	0,083	0,358	0,03
	ES23	22.535	0,085	0,345	0,029	24.111	0,091	0,34	0,031	29.066	0,11	0,357	0,039	28.467	0,106	0,364	0,039
	ES24	59.897	0,053	0,365	0,019	57.112	0,051	0,332	0,017	85.822	0,076	0,343	0,026	103.437	0,092	0,345	0,032
	ES30	522.362	0,1	0,371	0,037	478.514	0,091	0,377	0,034	464.451	0,087	0,357	0,031	465.733	0,088	0,356	0,031
	ES41	250.048	0,115	0,342	0,039	305.852	0,14	0,342	0,048	284.988	0,131	0,37	0,049	255.970	0,118	0,362	0,043
	ES42	292.443	0,175	0,36	0,063	269.892	0,158	0,367	0,058	321.884	0,19	0,35	0,066	263.464	0,152	0,357	0,054
	ES43	186.166	0,205	0,365	0,075	171.845	0,189	0,362	0,068	214.040	0,23	0,388	0,089	190.860	0,206	0,361	0,074
ES51	623.766	0,102	0,363	0,037	732.530	0,119	0,356	0,042	792.656	0,129	0,378	0,049	927.537	0,15	0,374	0,056	

ES52	633.059	0,153	0,367	0,056	580.858	0,14	0,372	0,052	610.533	0,147	0,373	0,055	551.428	0,133	0,374	0,05
ES53	115.383	0,132	0,333	0,044	106.416	0,12	0,346	0,041	125.249	0,141	0,372	0,053	136.185	0,153	0,402	0,061
ES61	1.253.673	0,188	0,379	0,071	1.314.621	0,195	0,389	0,076	1.311.601	0,193	0,387	0,075	1.553.548	0,228	0,386	0,088
ES62	140.225	0,122	0,376	0,046	194.217	0,166	0,382	0,063	269.591	0,224	0,397	0,089	223.956	0,19	0,382	0,072
ES70	271.741	0,164	0,379	0,062	361.545	0,215	0,403	0,087	330.288	0,194	0,361	0,07	389.098	0,226	0,364	0,082

---

Tabla A6. M<sub>0</sub> (k), H (k), A (k) y n° de personas multidimensionalmente pobres. Clasificación subgrupos: regiones (continuación).

		2008				2009				2010				2011			
k	Subgrupo	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>
	ES11	66.603	0,028	0,502	0,014	59.738	0,025	0,5	0,012	64.897	0,027	0,53	0,014	87.386	0,036	0,498	0,018
	ES12	10.257	0,011	0,525	0,006	11.442	0,012	0,507	0,006	6.672	0,007	0,517	0,004	4.746	0,005	0,503	0,003
	ES13	3.809	0,008	0,49	0,004	7.042	0,014	0,468	0,006	9.884	0,02	0,559	0,011	4.290	0,009	0,516	0,004
	ES21	22.412	0,012	0,507	0,006	18.376	0,01	0,502	0,005	42.624	0,023	0,554	0,013	40.395	0,022	0,553	0,012
	ES22	4.684	0,009	0,489	0,005	3.256	0,006	0,52	0,003	6.476	0,012	0,509	0,006	2.809	0,005	0,508	0,003
	ES23	2.794	0,011	0,516	0,005	2.257	0,009	0,474	0,004	3.545	0,013	0,516	0,007	5.161	0,019	0,532	0,01
	ES24	12.932	0,012	0,49	0,006	3.063	0,003	0,508	0,001	11.132	0,01	0,495	0,005	14.463	0,013	0,492	0,006
	ES30	118.250	0,023	0,493	0,011	96.517	0,018	0,539	0,01	73.059	0,014	0,525	0,007	59.822	0,011	0,522	0,006
3/7	ES41	16.639	0,008	0,504	0,004	34.473	0,016	0,505	0,008	51.580	0,024	0,555	0,013	45.385	0,021	0,535	0,011
	ES42	38.173	0,023	0,505	0,012	43.998	0,026	0,539	0,014	48.018	0,028	0,498	0,014	46.984	0,027	0,507	0,014
	ES43	30.677	0,034	0,517	0,017	25.748	0,028	0,523	0,015	64.067	0,069	0,524	0,036	35.001	0,038	0,495	0,019
	ES51	125.707	0,021	0,501	0,01	118.489	0,019	0,497	0,01	152.459	0,025	0,524	0,013	194.063	0,031	0,523	0,016
	ES52	108.212	0,026	0,522	0,014	134.613	0,033	0,513	0,017	153.148	0,037	0,51	0,019	108.102	0,026	0,537	0,014
	ES53	5.592	0,006	0,501	0,003	8.796	0,01	0,526	0,005	30.862	0,035	0,504	0,018	43.323	0,049	0,531	0,026
	ES61	330.130	0,05	0,514	0,025	350.352	0,052	0,531	0,028	344.465	0,051	0,517	0,026	407.153	0,06	0,535	0,032
	ES62	31.185	0,027	0,538	0,015	38.655	0,033	0,519	0,017	83.110	0,069	0,524	0,036	47.516	0,04	0,583	0,023
	ES70	49.119	0,03	0,55	0,016	110.176	0,066	0,535	0,035	59.102	0,035	0,516	0,018	66.596	0,039	0,522	0,02
		2012				2013				2014				2015			
k	Subgrupo	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>
	ES11	1.181.422	0,493	0,24	0,118	1.206.903	0,507	0,235	0,119	1.155.818	0,489	0,245	0,12	1.125.913	0,477	0,238	0,114
	ES12	444.098	0,476	0,216	0,103	397.759	0,428	0,228	0,097	401.664	0,439	0,224	0,098	421.158	0,46	0,223	0,103
	ES13	212.636	0,424	0,222	0,094	229.669	0,462	0,212	0,098	247.710	0,497	0,213	0,106	202.863	0,411	0,222	0,091
	ES21	730.846	0,397	0,23	0,091	702.347	0,381	0,241	0,092	573.835	0,316	0,224	0,071	618.051	0,34	0,213	0,072
1/7	ES22	188.915	0,359	0,216	0,078	168.607	0,32	0,2	0,064	167.074	0,321	0,214	0,069	164.476	0,316	0,21	0,066
	ES23	117.619	0,429	0,218	0,094	105.424	0,397	0,231	0,092	106.009	0,411	0,234	0,096	102.413	0,397	0,229	0,091
	ES24	429.857	0,384	0,221	0,085	454.575	0,408	0,23	0,094	442.278	0,4	0,222	0,089	418.826	0,38	0,206	0,078
	ES30	1.919.331	0,361	0,234	0,084	2.069.941	0,392	0,262	0,103	1.935.519	0,368	0,246	0,091	1.938.220	0,366	0,241	0,088
	ES41	971.482	0,452	0,218	0,099	930.697	0,436	0,218	0,095	918.526	0,435	0,227	0,099	940.207	0,449	0,215	0,097

ES42	969.878	0,559	0,225	0,126	979.420	0,565	0,25	0,141	959.886	0,564	0,239	0,135	927.230	0,551	0,25	0,138
ES43	508.911	0,546	0,228	0,125	535.791	0,587	0,251	0,147	525.995	0,579	0,259	0,15	495.265	0,533	0,247	0,132
ES51	2.815.362	0,456	0,245	0,112	2.656.228	0,433	0,243	0,105	2.611.936	0,427	0,237	0,101	2.449.817	0,4	0,232	0,093
ES52	2.046.258	0,496	0,245	0,121	1.992.518	0,482	0,249	0,12	2.091.963	0,514	0,264	0,136	1.975.110	0,486	0,257	0,125
ES53	391.785	0,434	0,231	0,1	448.933	0,49	0,248	0,121	390.355	0,423	0,246	0,104	401.032	0,43	0,249	0,107
ES61	3.739.816	0,545	0,261	0,142	3.830.363	0,559	0,27	0,151	3.885.081	0,568	0,273	0,155	3.926.650	0,575	0,257	0,148
ES62	668.061	0,566	0,255	0,144	642.536	0,544	0,272	0,148	655.779	0,555	0,283	0,157	590.465	0,503	0,264	0,133
ES70	1.013.354	0,581	0,275	0,16	934.058	0,528	0,277	0,146	980.359	0,55	0,268	0,148	946.446	0,526	0,287	0,151

**Tabla A6. M<sub>0</sub> (k), H (k), A (k) y n° de personas multidimensionalmente pobres. Clasificación subgrupos: regiones (continuación).**

k	Subgrupo	2012				2013				2014				2015			
		N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>	N° personas	H	A	M <sub>0</sub>
2/7	ES11	344.856	0,144	0,37	0,053	328.038	0,138	0,366	0,05	341.654	0,145	0,372	0,054	295.420	0,125	0,377	0,047
	ES12	116.599	0,125	0,356	0,045	91.129	0,098	0,388	0,038	100.896	0,11	0,372	0,041	99.089	0,108	0,382	0,041
	ES13	56.004	0,112	0,345	0,039	46.474	0,093	0,342	0,032	55.833	0,112	0,372	0,042	48.683	0,099	0,378	0,037
	ES21	197.281	0,107	0,358	0,038	186.823	0,101	0,381	0,039	136.833	0,075	0,38	0,029	124.212	0,068	0,369	0,025
	ES22	33.215	0,063	0,378	0,024	20.908	0,04	0,344	0,014	35.364	0,068	0,341	0,023	31.896	0,061	0,345	0,021
	ES23	27.062	0,099	0,368	0,036	26.865	0,101	0,4	0,04	25.081	0,097	0,412	0,04	30.603	0,119	0,338	0,04
	ES24	109.177	0,098	0,359	0,035	103.885	0,093	0,381	0,035	105.963	0,096	0,385	0,037	79.507	0,072	0,347	0,025
	ES30	593.364	0,111	0,362	0,04	738.014	0,14	0,389	0,054	594.504	0,113	0,38	0,043	571.697	0,108	0,376	0,041
	ES41	246.161	0,115	0,344	0,039	224.860	0,105	0,354	0,037	264.600	0,125	0,359	0,045	249.402	0,119	0,341	0,041
	ES42	306.044	0,176	0,349	0,062	384.830	0,222	0,37	0,082	297.712	0,175	0,382	0,067	340.702	0,202	0,373	0,076
	ES43	175.148	0,188	0,349	0,066	185.902	0,204	0,377	0,077	199.045	0,219	0,374	0,082	168.318	0,181	0,369	0,067
	ES51	888.597	0,144	0,387	0,056	772.762	0,126	0,39	0,049	793.881	0,13	0,374	0,049	645.307	0,105	0,374	0,039
	ES52	664.946	0,161	0,377	0,061	638.440	0,155	0,39	0,06	799.474	0,196	0,395	0,078	782.028	0,192	0,376	0,072
	ES53	112.581	0,125	0,371	0,046	143.189	0,156	0,38	0,059	112.572	0,122	0,392	0,048	122.702	0,132	0,396	0,052
	ES61	1.437.843	0,21	0,395	0,083	1.634.927	0,239	0,388	0,093	1.685.369	0,246	0,396	0,098	1.592.698	0,233	0,377	0,088
	ES62	232.031	0,197	0,393	0,077	226.426	0,192	0,414	0,079	294.778	0,249	0,403	0,101	232.030	0,198	0,382	0,075
	ES70	453.988	0,26	0,39	0,102	375.211	0,212	0,418	0,089	406.169	0,228	0,391	0,089	439.350	0,244	0,402	0,098
3/7	ES11	229.277	0,096	0,356	0,034	50.945	0,021	0,526	0,011	60.643	0,026	0,521	0,013	63.927	0,027	0,524	0,014
	ES12	52.301	0,056	0,367	0,021	19.750	0,021	0,571	0,012	22.392	0,024	0,561	0,014	28.425	0,031	0,503	0,016
	ES13	28.130	0,056	0,34	0,019	7.828	0,016	0,464	0,007	12.701	0,025	0,538	0,014	9.908	0,02	0,5	0,01
	ES21	124.051	0,067	0,339	0,023	51.264	0,028	0,525	0,015	34.350	0,019	0,536	0,01	26.216	0,014	0,498	0,007
	ES22	25.048	0,048	0,365	0,017	1.619	0,003	0,546	0,002	4.339	0,008	0,522	0,004	3.598	0,007	0,574	0,004
	ES23	19.742	0,072	0,343	0,025	8.530	0,032	0,56	0,018	10.075	0,039	0,53	0,021	3.654	0,014	0,486	0,007
	ES24	61.790	0,055	0,34	0,019	23.889	0,021	0,524	0,011	28.050	0,025	0,512	0,013	8.234	0,007	0,55	0,004
	ES30	432.987	0,081	0,362	0,029	210.116	0,04	0,516	0,021	152.041	0,029	0,51	0,015	114.807	0,022	0,513	0,011
	ES41	148.245	0,069	0,35	0,024	37.552	0,018	0,513	0,009	46.534	0,022	0,545	0,012	37.218	0,018	0,513	0,009
	ES42	184.887	0,107	0,35	0,037	88.692	0,051	0,5	0,026	71.228	0,042	0,53	0,022	88.333	0,052	0,514	0,027
	ES43	108.810	0,117	0,342	0,04	43.346	0,048	0,525	0,025	45.210	0,05	0,507	0,025	38.227	0,041	0,502	0,021
ES51	712.163	0,115	0,373	0,043	211.512	0,034	0,537	0,019	174.613	0,029	0,527	0,015	158.079	0,026	0,51	0,013	



ES52	482.983	0,117	0,365	0,043	183.012	0,044	0,529	0,023	237.585	0,058	0,543	0,032	170.279	0,042	0,529	0,022
ES53	87.444	0,097	0,361	0,035	29.209	0,032	0,567	0,018	32.558	0,035	0,561	0,02	35.799	0,038	0,544	0,021
ES61	955.013	0,139	0,39	0,054	454.644	0,066	0,531	0,035	526.254	0,077	0,534	0,041	408.982	0,06	0,533	0,032
ES62	178.759	0,152	0,374	0,057	71.627	0,061	0,576	0,035	91.654	0,078	0,538	0,042	61.044	0,052	0,531	0,028
ES70	322.783	0,185	0,392	0,073	149.285	0,084	0,542	0,046	120.172	0,067	0,523	0,035	127.305	0,071	0,524	0,037

Nota: ES11: Galicia, ES12: Principado de Asturias, ES13: Cantabria, ES21: País Vasco, ES22: Comunidad Foral de Navarra, ES23: La Rioja, ES24: Aragón, ES30: Comunidad de Madrid, ES41: Castilla y León, ES42: Castilla - La Mancha, ES43: Extremadura, ES51: Cataluña, ES52: Comunidad Valenciana, ES53: Illes Balears, ES61: Andalucía, ES62: Región de Murcia, ES70: Canarias. Excluidas: ES63: Ciudad Autónoma de Ceuta, ES64: Ciudad Autónoma de Melilla.

Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos de la ECV.

**Tabla A7. Tasas de privación censuradas (%).**

IDEI																									PMS										Hacinamiento									
k	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015																				
1/7	15,12	15,36	15,94	16,09	17,3	17,18	18,06	17,84	3,2	4,09	4,5	4,37	5,52	5,71	6,59	5,89	1,4	1,13	0,79	1,27	0,99	0,91	0,75	0,67																				
2/7	8,57	8,93	9,46	9,89	10,78	10,77	11,52	10,92	2,59	3,25	3,56	3,6	4,51	4,73	5,44	5,08	0,81	0,79	0,56	0,75	0,73	0,77	0,54	0,48																				
3/7	2,27	2,34	2,72	2,69	3,05	3,73	3,79	3,24	1,32	1,5	1,63	1,74	2,23	2,68	2,93	2,39	0,42	0,37	0,27	0,29	0,39	0,45	0,33	0,22																				
Humedades										Luz natural										Ducha																								
k	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015																				
1/7	10,21	11,23	12,84	9,87	7,51	10,27	10,47	8,93	3,74	4,27	3,38	2,81	2,65	3,98	3,16	2,44	0,11	0,01	0,00	0,02	0,08	0,09	0,10	0,08																				
2/7	3,99	4,50	4,99	4,38	3,42	4,63	5,07	4,29	1,49	1,76	1,45	1,47	1,25	1,89	1,65	1,16	0,09	0,01	-	0,01	0,05	0,06	0,06	0,06																				
3/7	1,21	1,29	1,60	1,72	1,57	1,81	2,02	1,75	0,51	0,56	0,56	0,57	0,63	0,93	0,71	0,43	0,05	0,01	-	-	0,04	0,05	0,03	0,04																				
Inodoro					Ruidos										Contaminación																													
k	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015																				
1/7	0,07	0,01	-	0,01	0,08	0,08	0,1	0,07	11,5	11,32	9,71	8,02	8,17	10,04	8,73	7,98	7,28	7,18	5,76	4,45	4,51	6,08	6,01	5,74																				
2/7	0,06	0,01	-	0,01	0,06	0,06	0,07	0,06	4,06	4,12	3,8	3,49	3,44	4,09	3,99	3,5	2,86	2,9	2,47	1,98	2,21	2,66	2,95	2,6																				
3/7	0,04	0,01	-	-	0,05	0,06	0,04	0,04	1,03	1,08	1,22	1,24	1,27	1,61	1,65	1,24	0,82	0,66	0,85	0,64	0,98	1,04	1,3	0,95																				
Delincuencia					Estado salud										Problema crónico																													
k	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015																				
1/7	8,57	9,09	7,51	5,88	6	8,5	6,97	5,59	6,8	7,2	6,69	6,21	6,66	6,98	6,8	5,84	20,33	19,98	19,06	15,75	17,8	20,38	18,87	20,54																				
2/7	3,12	3,46	3,07	2,53	2,85	3,81	3,28	2,34	2,76	2,73	2,58	2,5	2,36	2,71	2,66	2,11	6,55	6,42	6,07	5,19	5,59	6,66	6,56	6,55																				
3/7	0,94	0,99	0,93	0,88	1,11	1,46	1,28	0,93	0,75	0,72	0,74	0,7	0,66	0,86	0,93	0,62	1,53	1,45	1,54	1,39	1,62	2,07	2,34	1,85																				
Limitación grave					Acceso médico										Acceso dentista																													
k	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015																				
1/7	4,43	4,59	4,39	3,95	4,27	4,48	4,33	4,09	1,48	1,32	1,04	0,89	1,30	1,36	1,17	0,42	3,63	3,85	3,99	3,01	4,96	5,86	6,03	3,97																				
2/7	1,82	1,89	1,72	1,67	1,54	1,78	1,75	1,50	0,51	0,43	0,36	0,31	0,60	0,61	0,55	0,19	1,69	1,75	1,94	1,51	2,55	3,26	3,79	2,22																				
3/7	0,45	0,47	0,53	0,48	0,47	0,55	0,55	0,43	0,12	0,10	0,07	0,14	0,20	0,24	0,27	0,09	0,49	0,62	0,77	0,61	1,11	1,43	1,80	0,94																				

k	BIT							Estudios								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1/7	7,2	8,06	10,66	13,09	13,68	14,38	15,12	14,04	32,35	30,94	30,08	30,87	28,65	27,15	25,62	25,26
2/7	4,68	5,28	6,89	8,74	9,37	9,81	10,34	9,17	10,55	10,65	10,39	10,63	9,81	9,8	8,9	8,52
3/7	1,54	1,99	2,42	2,51	2,72	3,4	3,62	2,86	2,12	2,37	2,47	2,58	2,52	3,08	2,76	2,45

Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos de la ECV.

**Tabla A8. Contribución de los indicadores al índice M0 (k) (%).**

		IDEI									PMS						Hacinamiento							
k	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1/7	19,53	19,61	20,1	20,29	21,45	20,58	21,77	22,62	4,13	5,22	5,68	5,51	6,84	6,83	7,94	7,47	0,36	0,29	0,2	0,32	0,25	0,22	0,18	0,17
2/7	25,43	25,04	25,34	25,31	26,33	24,98	26,1	27,15	7,69	9,11	9,52	9,2	11,02	10,97	12,33	12,62	0,48	0,44	0,3	0,39	0,36	0,36	0,25	0,24
3/7	24,43	22,86	23,72	23,12	23,48	23,41	23,22	24,44	14,21	14,7	14,24	15	17,18	16,82	17,97	18,04	0,9	0,73	0,47	0,5	0,61	0,56	0,4	0,33
		Humedades									Luz natural						Ducha							
k	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1/7	2,64	2,87	3,24	2,49	1,86	2,46	2,52	2,27	0,97	1,09	0,85	0,71	0,66	0,95	0,76	0,62	0,03	0	0	0	0,02	0,02	0,02	0,02
2/7	2,37	2,53	2,67	2,24	1,67	2,15	2,3	2,13	0,88	0,99	0,78	0,75	0,61	0,88	0,75	0,58	0,05	0	.	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03
3/7	2,61	2,52	2,8	2,96	2,41	2,27	2,47	2,64	1,09	1,1	0,98	0,99	0,97	1,16	0,87	0,64	0,11	0,01	.	.	0,06	0,07	0,03	0,06
		Inodoro									Ruidos						Contaminación							
k	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1/7	0,02	0	.	0	0,02	0,02	0,02	0,02	4,95	4,81	4,08	3,37	3,38	4,01	3,51	3,37	3,13	3,05	2,42	1,87	1,87	2,43	2,42	2,43
2/7	0,03	0,01	.	0	0,03	0,03	0,03	0,03	4,01	3,85	3,39	2,97	2,8	3,16	3,01	2,9	2,83	2,71	2,2	1,69	1,8	2,06	2,23	2,15
3/7	0,09	0,02	.	.	0,08	0,07	0,05	0,06	3,69	3,53	3,55	3,55	3,25	3,36	3,36	3,13	2,95	2,16	2,47	1,85	2,51	2,18	2,65	2,39
		Delincuencia									Estado salud						Problema crónico							
k	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1/7	3,69	3,87	3,16	2,47	2,48	3,39	2,8	2,36	1,76	1,84	1,69	1,57	1,65	1,67	1,64	1,48	5,25	5,1	4,81	3,97	4,42	4,88	4,55	5,21
2/7	3,08	3,24	2,74	2,16	2,32	2,94	2,48	1,94	1,64	1,53	1,38	1,28	1,15	1,26	1,21	1,05	3,89	3,6	3,25	2,66	2,73	3,09	2,97	3,26
3/7	3,36	3,21	2,71	2,52	2,85	3,05	2,61	2,33	1,61	1,41	1,29	1,2	1,02	1,07	1,14	0,93	3,28	2,83	2,69	2,4	2,5	2,6	2,86	2,79
		Limitación grave									Acceso médico						Acceso dentista							
k	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1/7	1,14	1,17	1,11	1	1,06	1,07	1,04	1,04	0,38	0,34	0,26	0,22	0,32	0,33	0,28	0,11	0,94	0,98	1,01	0,76	1,23	1,4	1,45	1,01
2/7	1,08	1,06	0,92	0,85	0,75	0,83	0,79	0,74	0,3	0,24	0,19	0,16	0,29	0,28	0,25	0,09	1	0,98	1,04	0,77	1,25	1,51	1,72	1,1
3/7	0,96	0,91	0,93	0,82	0,72	0,69	0,67	0,64	0,26	0,2	0,12	0,25	0,31	0,3	0,33	0,14	1,06	1,21	1,34	1,05	1,7	1,79	2,21	1,42

k	BIT							Estudios								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1/7	9,29	10,29	13,45	16,5	16,97	17,22	18,22	17,8	41,78	39,48	37,94	38,93	35,53	32,52	30,87	32,03
2/7	13,89	14,81	18,46	22,37	22,89	22,75	23,43	22,8	31,33	29,87	27,82	27,19	23,97	22,74	20,16	21,18
3/7	16,57	19,42	21,1	21,63	20,95	21,3	22,21	21,57	22,81	23,19	21,58	22,17	19,42	19,3	16,92	18,44

Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos de la ECV.

**Tabla A9. Tasas de privación censuradas por grupos de edad para k = 2/7 (%).**

Año		2008					2009					2010					2011				
Grupo de edad	< 24 años	25-34 años	35-49 años	50-64 años	> 65 años	< 24 años	25-34 años	35-49 años	50-64 años	> 65 años	< 24 años	25-34 años	35-49 años	50-64 años	> 65 años	< 24 años	25-34 años	35-49 años	50-64 años	> 65 años	
<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>																				
Económica	IDEI	10,24	6,38	8,86	7,65	10,35	9,49	7,45	8,70	8,94	10,42	12,17	8,50	9,95	8,43	9,17	11,44	10,33	10,42	9,48	8,27
Material	PMS	3,91	3,04	2,76	1,78	1,88	4,54	3,59	3,56	2,76	2,15	5,88	3,34	4,09	3,03	2,15	4,96	3,19	4,33	3,23	2,52
Vivienda	Hacinamiento	1,57	1,15	0,70	0,65	0,30	1,48	1,06	0,74	0,61	0,34	0,98	0,63	0,85	0,19	0,19	1,44	0,88	0,84	0,64	0,24
	Humedades	3,80	2,53	3,36	5,00	5,55	3,88	3,03	3,66	5,79	6,30	5,23	3,59	5,01	5,65	5,48	4,50	3,77	4,30	5,01	4,32
Entorno	Luz Natural	1,54	0,66	1,26	1,84	2,30	1,58	1,25	1,59	2,21	2,17	1,41	1,28	1,29	1,43	1,91	1,47	1,29	1,47	1,78	1,32
	Ducha	0,07	0,00	0,06	0,14	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02
	Inodoro	0,07	0,00	0,06	0,10	0,06	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
	Ruidos	4,10	1,99	3,39	5,45	5,74	3,83	2,43	3,36	5,77	5,41	3,08	2,80	3,14	5,04	4,85	3,02	3,05	3,10	4,25	3,91
	Contaminación	2,46	1,50	2,38	3,99	4,06	2,62	1,62	2,22	4,39	3,81	1,95	1,85	2,33	3,11	2,91	1,62	1,92	1,76	2,38	2,14
Salud	Delincuencia	2,69	1,58	2,49	4,28	4,73	3,31	1,55	2,57	5,30	4,90	2,52	1,99	2,58	4,15	4,01	1,74	1,97	2,13	3,44	3,10
	Estado salud	0,18	0,39	1,39	4,89	6,70	0,20	0,69	0,97	4,46	7,16	0,26	0,67	1,47	4,24	5,72	0,44	0,88	1,49	3,92	5,12
	Problema crónico	2,22	1,60	4,02	12,24	12,32	2,26	1,97	3,53	11,69	12,29	2,32	2,09	3,87	10,84	10,37	1,56	1,75	3,35	9,70	8,33
	Limitación grave	0,25	0,33	1,03	2,86	4,45	0,52	0,77	0,91	2,53	4,66	0,60	0,40	1,02	2,60	3,80	0,34	0,68	1,16	2,26	3,47
Trabajo	Acceso médico	0,57	0,28	0,75	0,71	0,15	0,38	0,50	0,51	0,39	0,31	0,15	0,53	0,38	0,37	0,29	0,14	0,21	0,45	0,26	0,36
	Acceso dentista	1,77	0,76	1,91	2,17	1,78	1,94	1,22	2,04	2,38	1,08	2,15	1,55	2,20	2,38	1,33	0,95	1,14	1,67	2,11	1,31
	BIT	3,96	2,29	3,71	13,31	0,00	4,81	3,77	4,12	13,62	0,00	7,09	5,21	6,85	14,86	0,00	9,21	8,86	8,26	17,26	0,00
Educación	Estudios	7,35	4,59	7,87	16,81	16,30	5,95	5,06	7,75	17,53	16,30	7,82	4,74	7,58	17,54	13,97	6,05	5,56	8,61	18,42	12,55
		2012					2013					2014					2015				
Económica	IDEI	15,68	11,36	11,61	10,79	6,38	15,60	11,19	13,07	10,21	5,18	16,37	13,55	13,67	11,32	4,77	17,00	10,90	12,54	11,34	5,30
Material	PMS	6,31	5,46	5,01	3,88	2,64	6,16	5,61	5,96	3,78	2,51	7,58	6,57	6,23	5,62	2,23	7,35	6,02	5,82	5,28	2,06
Vivienda	Hacinamiento	1,52	0,84	0,94	0,46	0,20	1,90	0,71	1,18	0,19	0,25	1,25	0,63	0,57	0,50	0,14	1,07	0,45	0,56	0,36	0,22
	Humedades	3,57	3,78	3,28	3,73	2,92	4,98	4,20	5,10	4,75	3,96	5,79	5,16	5,20	5,74	3,77	5,29	4,18	4,44	4,95	2,96
Entorno	Luz Natural	0,85	1,49	1,29	1,45	0,97	2,45	1,20	2,18	2,05	1,58	1,43	2,23	1,61	1,48	1,57	1,36	0,84	1,30	1,39	0,84
	Ducha	0,00	0,02	0,10	0,02	0,08	0,00	0,02	0,15	0,02	0,01	0,05	0,05	0,02	0,09	0,09	0,00	0,05	0,03	0,09	0,08
	Inodoro	0,00	0,04	0,11	0,05	0,06	0,00	0,03	0,14	0,05	0,00	0,00	0,15	0,03	0,09	0,05	0,00	0,05	0,03	0,09	0,10
	Ruidos	3,97	2,74	3,24	4,30	3,12	2,83	3,55	3,85	4,76	4,80	4,06	3,80	3,45	4,74	4,06	3,34	3,31	3,20	4,46	3,09
	Contaminación	2,05	2,09	2,13	2,71	2,00	2,03	2,22	2,51	3,08	3,12	2,42	3,09	2,80	3,19	3,08	2,78	1,97	2,69	3,05	2,35
Salud	Delincuencia	2,68	2,74	2,39	3,51	3,00	3,13	2,74	3,16	4,56	5,15	2,74	3,57	2,67	3,73	3,71	2,99	1,52	2,26	2,77	2,25
	Estado salud	0,20	0,55	1,29	4,20	4,71	0,22	0,54	1,43	4,17	6,03	0,24	0,63	1,46	4,81	4,81	0,39	0,30	1,15	3,68	3,88
	Problema crónico	1,98	2,37	3,92	10,55	7,47	2,53	2,50	5,18	11,20	9,46	2,64	3,33	4,78	11,67	7,99	2,28	2,54	5,33	11,56	7,77
	Limitación grave	0,27	0,39	1,03	2,38	3,09	0,28	0,55	1,12	2,24	4,03	0,56	0,59	0,86	2,56	3,59	0,39	0,16	0,85	2,62	2,66
Trabajo	Acceso médico	0,06	0,92	0,52	0,77	0,53	0,19	0,66	0,81	0,60	0,50	0,54	0,46	0,72	0,74	0,16	0,16	0,21	0,14	0,23	0,21
	Acceso dentista	2,06	2,48	2,83	3,40	1,56	2,41	3,34	3,94	4,06	1,81	3,05	4,26	4,16	5,31	1,65	2,05	1,76	2,52	3,34	1,02

Trabajo	BIT	10,97	8,88	8,88	18,36	0,00	12,47	8,73	10,62	17,38	0,00	13,39	10,41	10,56	18,29	0,00	12,96	7,47	9,65	16,52	0,00
Educación	Estudios	5,73	5,01	7,68	18,03	10,54	6,98	5,03	7,49	16,23	11,62	5,86	4,53	6,11	16,20	9,85	4,91	4,88	6,67	14,49	9,02

Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos de la ECV.



## Determinantes del potencial de desarrollo económico de los municipios de Sevilla 2007- 2012

PÉREZ CONDE, JOSÉ MARÍA

Centro Universitario de Osuna

Correo electrónico: jmperez@euosuna.org

CHAVARRIA ORTIZ, CARLOS

Centro Universitario de Osuna

Correo electrónico: cchavarria@euosuna.org

MORÁN-ÁLVAREZ, JUAN CARLOS

Universidad de Sevilla

Correo electrónico: jcmoran@us.es

### RESUMEN

El objetivo general del estudio es cuantificar el potencial económico de 98 municipios de la provincia de Sevilla en los años 2007 y 2012 a partir de una investigación empírica mediante la aplicación del modelo de Rasch. Ello nos permitirá diseñar una estructura o marco analítico genérico de referencia para la planificación y ejecución de las políticas de desarrollo territorial. Podremos ver qué municipios han experimentado una mejora en su Potencial Económico en esta etapa 2007-2012 de recesión económica impactante, así como los municipios que han mostrado un retroceso en este potencial. Además, se delimitará el impacto de cada uno de los factores de potencialidad de desarrollo económico en esta Medida del Potencial Económico (MPE), determinando cómo en ambos años se da una concurrencia tanto en los ítems de alta relevancia (ingresos presupuestarios por habitante y las rentas netas de trabajo por población en edad de trabajar) como en los menos relevantes de cara a incrementar su capacidad para crecer y desarrollarse dado que su consecución es de fácil logro (diversificación productiva y el número de declaraciones por población en edad de trabajar). Todo ello permitirá realizar una planificación más eficiente de las medidas de política económica destinadas a propiciar y fomentar el desarrollo económico de los municipios considerados.

**Palabras clave:** Modelo de Rasch, potencial de desarrollo económico, municipios, factores de potencialidad, política de desarrollo local.

**Clasificación JEL:** C88; I31; O10; O21; R58.

**MSC2010:** 62P25.



## Determinants of the potential economic development of the municipalities of Sevilla 2007-2012

### ABSTRACT

The general objective of the study is to quantify the economic potential of 98 municipalities in the province of Seville in 2007 and 2012 from empirical research based on the application of the Rasch model. This will allow us to design a generic analytical framework or frame of reference for the planning and execution of territorial development policies. We can see which municipalities have experienced an improvement in their Economic Potential in this 2007-2012 stage of shocking economic recession as well as the municipalities that have shown a decline in this potential. In addition, the impact of each of the economic development potential factors in this Measure of Economic Potential will be delimited, determining how in both years there is a concurrence in the items of high relevance (budgetary income per inhabitant and the net work-earned income per working-age population) and in those which are least relevant to increase their capacity to grow and develop since their achievement is easy to achieve (productive diversification and the number of declarations per working-age population). All this will allow for more efficient planning of economic policy measures aimed at promoting and fostering the economic development of the municipalities considered.

**Keywords:** Rasch model, potential for economic development, municipalities, potentiality factors, local development policy.

**JEL classification:** C88; I31; O10; O21; R58.

**MSC2010:** 62P25.



## **1. Introducción.**

En este artículo se van a determinar los factores que más inciden en el potencial de desarrollo económico de un municipio, realizando una jerarquización de los mismos en base a dicho concepto. El primer problema que surge es el de la delimitación de la variable latente seleccionada y el método utilizado para medirla. El objetivo de este artículo no es otro que cuantificar el potencial de desarrollo económico de diferentes municipios, a partir de variables como la renta declarada, el nivel de paro registrado, la diversificación sectorial, etc. Todos ellos contienen aspectos positivos y, al mismo tiempo, presentan debilidades. Para resolver estos problemas los métodos se adaptan a los objetivos de los estudios planteados. Pero dicha medición nos permite, la que consideran Prieto y Delgado (2003: 98) como principal ventaja del modelo de Rasch, una “medición conjunta: los parámetros de ítems y personas están en la misma escala”. Esto permite alcanzar un objetivo adicional: averiguar cuáles son los factores que más inciden en los resultados y con ello poder determinar en qué línea se deben concretar los progresos y la mejoría en la planificación de las políticas de desarrollo territorial de los municipios.

La medición del potencial económico no es una tarea fácil, ya que a veces los datos estadísticos no existen, son poco fiables, no contienen la información requerida, se reciben con mucho retraso, pierden vigencia rápidamente o no son buenos para mostrar el carácter multidimensional del potencial de desarrollo económico. En este artículo se va a elaborar una clasificación de los municipios seleccionados según su potencial de desarrollo económico, así como estudiar cuáles son los factores que más influyen en el grado de potencial que presentan cada uno de ellos. Se trata de determinar cómo los ítems seleccionados inciden en los niveles de potencial de desarrollo económico, de modo que permitan desvelar las claves de por qué un municipio ocupa esa posición y cómo la podría mejorar.

Para ello, en la primera parte de este artículo se realizará una revisión de la literatura sobre los intentos de mejorar la metodología en el diseño y planificación de las políticas de desarrollo territorial, objetivo del presente trabajo. En la segunda parte se aplicará el método de Rasch que permitirá desarrollar un análisis comparativo del potencial de desarrollo económico de dichos municipios, detallando su posición jerárquica, así como los factores determinantes que nos permitirán con más o menos intensidad mejorarla. Por último, se comentarán las conclusiones.

## **2. Revisión de la literatura.**

Este apartado se va a comenzar con la enumeración de una serie de artículos que muestran la importancia desde el punto de vista investigador de cuestiones tales como las disparidades territoriales y el análisis de sus causas para conseguir atenuarlas; la importancia de las aportaciones de estudios empíricos como fundamento para orientar la planificación de las políticas públicas en aras de conseguir optimizar el potencial de desarrollo económico; determinar las capacidades y potencialidades propias de cada territorio desde un punto de vista estratégico (desarrollo endógeno) dentro de las nuevas políticas de abajo-arriba impulsadas por los actores locales, dada la incapacidad de las políticas macroeconómicas y sectoriales como instrumentos en un contexto de Unión Económica y Monetaria para salir de una situación de crisis económica como la que hemos experimentado recientemente; la diversidad económica y social del mundo rural y la importancia de su consideración a la hora de implementar políticas económicas; y, por último, los problemas metodológicos que han aparecido en aspectos tales como de qué forma medir el modelo de crecimiento endógeno regional así como el nivel económico de los territorios, la necesidad de realizar un mayor uso de microdatos o datos por unidad y de integrarlos en estructuras espaciales más generales, etc.

Así, según Peña (2006), las disparidades económicas internas de una región influyen notablemente en las disparidades económicas externas (o entre regiones), limitando la capacidad de la misma para acercarse a los niveles de renta per cápita y empleo del resto de las regiones de su entorno, no siendo Andalucía una excepción tanto a nivel nacional como europeo. En el citado trabajo de investigación se pretende analizar la evolución y situación de las disparidades económicas intrarregionales en Andalucía y algunos de los factores explicativos de las mismas tanto a nivel provincial (modelo neoclásico) como bien a nivel comarcal (enfoque del potencial endógeno). Por tanto,

la razón de este estudio es tratar de demostrar que las disparidades económicas intrarregionales en Andalucía están impidiendo un crecimiento sostenido y continuado que le permita converger con las regiones españolas y de la Unión Europea. En la misma línea, Peña (2010) pretende poner de relieve cuál ha sido la evolución de las disparidades económicas territoriales en el interior de la provincia de Cádiz en el periodo 1991-2000, partiendo del hecho de que los distintos municipios han experimentado tasas de crecimiento desiguales en relación con el Valor Añadido Bruto y la población, que se han traducido en un comportamiento también diferenciado de las desigualdades en VAB por habitante. Por otro lado, analiza algunos factores explicativos de las disparidades económicas municipales en la provincia de Cádiz, tales como la aglomeración de población, la productividad y la estructura sectorial.

García (2014) muestra cómo los resultados de estudios empíricos se pueden emplear con el fin de proporcionar orientación valiosa al diseño y gestión de las políticas públicas; éstas son las ventajas derivadas de la cooperación entre quienes se encargan de la formulación de las políticas, quiénes las ponen en práctica y quiénes se dedican a la investigación, a fin de maximizar el impacto y alcance de las políticas públicas en general. Todos los agentes implicados en la toma de decisiones en materia de políticas públicas, están de acuerdo sobre la creciente importancia atribuida a políticas y programas que están respaldadas por resultados basados en la evidencia empírica. En inglés, este término se denomina *evidence-based policy*. Un enfoque y gestión de políticas basadas en la evidencia es aquél que se refiere a un proceso político que ayuda a los planificadores a tomar decisiones bien documentadas sobre políticas, programas y proyectos, al proveerse de la mejor y más precisa evidencia, y hacer de ésta el punto central del desarrollo e implementación de las políticas o del proceso político.

Entrena y Álvarez (2014) llevan a cabo una investigación sobre las dinámicas sociodemográficas y económicas en la Comarca española de Guadix, haciendo hincapié en la necesidad de incidir en políticas de desarrollo rural más adecuadas y efectivas para esta zona rural en declive. Ello es porque a pesar de la continua intervención en desarrollo, las pérdidas demográficas siguen siendo significativas; sobre todo, de los efectivos poblacionales más jóvenes. Sin embargo, debido a su localización geográfica y a la calidad de sus cuantiosos recursos socioculturales y naturales, se trata de un territorio sostenible social y ambientalmente, en el que además tales recursos constituyen factores potenciales de desarrollo socioeconómico.

El trabajo de De Haro et al. (2017) realiza una evaluación tanto del desarrollo económico como de su potencial a nivel municipal; concretamente identifica desigualdades entre los municipios del estado de Nayarit, México, a partir de un análisis de divergencias con los índices de desarrollo socioeconómico y potencial de desarrollo socioeconómico. Los indicadores que componen el nivel de desarrollo socioeconómico son el índice de marginación, el grado de urbanización, la tasa bruta de actividad económica, el coeficiente de dependencia económica y la densidad de carreteras pavimentadas. Por otra parte, los indicadores que componen el nivel de potencial de desarrollo socioeconómico son la situación geográfica de los municipios, la densidad de población, el grado de cualificación de la población, la concentración sectorial de las funciones secundarias y terciarias y el coeficiente de suficiencia de la red vial.

A partir de ellos, puede observarse que la distribución de los niveles tanto de desarrollo como de potencial de desarrollo es regular, concentrándose los rangos menores en la zona serrana del estado y las condiciones de mayor ventaja en la zona centro, donde se localiza la capital. Los resultados muestran diferencias significativas. Los factores que presionan hacia una mayor desigualdad socioeconómica son: marginación, escasa actividad económica, deficiente estructura carretera, bajo nivel de cualificación de la población y baja ocupación en actividades económicas secundarias y terciarias. De los veinte municipios analizados, Del Nayar, La Yesca y Huajicori presentan la mayor desventaja, mientras que Tepic muestra la mejor condición.

Granados et al. (2016) tratan de identificar las capacidades y potencialidades propias con las que cuenta el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, para el desarrollo territorial. El proceso de investigación está compuesto por dos momentos metodológicos: el primero es la identificación de capacidades, restricciones y potencialidades con las que cuenta el territorio, y el segundo es un análisis de la percepción de los expertos o agentes de desarrollo que intervienen en la economía del territorio, para así identificar posibles estrategias que promuevan la competitividad.

Según Reig (2010) los municipios rurales presentan una considerable heterogeneidad en relación a su potencial de desarrollo, por lo que la correcta caracterización del nivel socioeconómico de cada uno de ellos es un requisito básico en la elaboración de políticas de desarrollo rural. El reconocimiento de la diversidad socioeconómica del mundo rural es una condición indispensable para diseñar políticas apropiadas de desarrollo rural que atiendan a las distintas condiciones imperantes en diferentes zonas o regiones.

Nunes y Karnopp (2015) analizan las potencialidades de desarrollo endógeno de Julio de Castilhos, localizado en la Región Central del Estado de Río Grande del Sur, con menos de 50 mil habitantes y con base económica en el sector primario. El problema que se investiga es delimitar cuáles son las potencialidades endógenas de desarrollo de Julio de Castilhos - RS, utilizándose metodológicamente un enfoque deductivo, defendiéndose un posicionamiento estratégico para aprovechar las oportunidades locales y regionales.

El artículo de Ruiz y Becerra (2015) propone un sistema de indicadores para generalizar el análisis, la evaluación y el impacto de los proyectos de desarrollo local. El modelo es aplicable tanto a proyectos de la Iniciativa Municipal de Desarrollo Local como a los que reciben la financiación por la vía de la colaboración extranjera y muestra su aplicación en el municipio Cienfuegos. Esta investigación permite evaluar su eficacia, eficiencia, pertinencia, impacto -económico, social y ambiental- y sostenibilidad. Se parte de un axioma referido por varios autores consistente en que “no se puede mejorar lo que no se puede medir”, y de ahí, surge la propuesta de un sistema de indicadores que permita evaluar, integralmente, estos proyectos de desarrollo y que incluya, además, su impacto económico, social y ambiental.

Gaviria (2013) refleja cómo frente a la incapacidad mostrada por los gobiernos centrales para resolver, a través de políticas macroeconómicas y sectoriales, los problemas de los territorios a nivel regional y local, fueron apareciendo primero en Europa en el decenio de los ochenta y luego en América latina en los años noventa, nuevas políticas de abajo-arriba impulsadas por los actores locales. Así, en dicho trabajo se estudia la situación del municipio de Santa Rosa de Cabal, a partir de la revisión de las potencialidades productivas, organizativas e institucionales desde las que se puede dinamizar un proceso de desarrollo local endógeno.

Según Caravaca et al. (2014), la inserción de empresas y territorios en un mundo globalizado está condicionada, entre otros factores, por su capacidad para incorporar conocimiento y realizar innovaciones. No es de extrañar que dichas capacidades se conviertan en el punto de confluencia de diferentes corrientes epistemológicas y disciplinas científicas que reflexionan acerca de si pueden constituir la base de un nuevo modelo socioeconómico. Junto a lo anterior, emerge una nueva cultura territorial que dedica una atención especial a las ciudades medias, al considerar que pueden inducir efectos multiplicadores sobre su entorno y contrarrestar así los procesos concentradores provocados por las grandes ciudades.

En este artículo se pretende realizar un análisis comparado de algunas ciudades medias en una región del sur de España, Andalucía, desde varias perspectivas: su grado de inserción en la sociedad del conocimiento, su capacidad innovadora y las redes locales de colaboración que pueden propiciarla, y las estrategias públicas de desarrollo local que en ellas se están implementando.

En este sentido, para Santinha (2014) la valorización de la dimensión territorial en la formulación de las políticas públicas ha sido visible en las orientaciones emanadas por las más diversas instituciones mundiales, lanzando recientemente para el debate político y académico la Cohesión Territorial en cuanto nuevo paradigma de desarrollo. En un momento de particular importancia, en que se discuten las orientaciones para el periodo pos-2013 y la atribución de los fondos estructurales, esta cuestión asume un interés adicional en los estados miembros de la Unión Europea. A pesar de que, como objetivo político, la cohesión territorial ha alcanzado una importancia elevada, todavía es notoria la ausencia de una delimitación precisa del concepto, dificultando la capacidad de lidiar de forma analítica y normativa con este principio. Es sobre esta cuestión que el texto se concentra, identificándose caminos que podrán contribuir como referencial para la formulación y territorialización de políticas públicas, mejorando, así, los procesos de decisión con base en este principio.

Según Varela (2015), se analiza la emergencia de un nuevo paradigma que determina roles diferenciados y contrapuestos a los esquemas clásicos vigentes en los gobiernos locales, particularmente en las regiones metropolitanas, desarrollados como resultado de tendencias globales. Tales cambios, provenientes de la economía, la mercantilización de los bienes públicos y la liberalización e integración de los mercados, afectan los diseños institucionales tradicionales, que les otorgan competencias delimitadas y subordinadas a los gobiernos locales en el marco de un modelo soberanista centrado en el estado-nación. Con la globalización, este esquema ha cambiado y hoy los gobiernos locales asumen en las grandes ciudades nuevas competencias, que corresponden a la emergencia de nodos metropolitanos que se articulan con los mercados globales y con dinámicas de reconfiguración de flujos económicos, políticos, sociales y demográficos. Este proceso ocurre en términos de redes de ciudades y de integración de regiones con esquemas asimétricos de concentración de recursos y poder, modificando el mapa del desarrollo territorial. Por tanto, aparecen nuevos roles a desarrollar por los gobiernos locales en la implementación de políticas públicas.

Dado que el paradigma del “desarrollo local” está hoy plenamente consolidado, Esparcia et al. (2016) analizan y conceptualizan los procesos de desarrollo local prestando atención también a la dimensión social y no solo a la económica, y, en particular, a la componente relacional del capital social.

Según Stimson (2016), los científicos regionalistas se han enfrentado a numerosos desafíos en el desarrollo del ámbito interdisciplinario en el que analizan el contexto espacial de los fenómenos sociales, económicos y medioambientales, y asimismo tratar con amplias bases de datos plantea desafíos metodológicos considerables. Este artículo estudia la evolución de la Ciencia Regional, las críticas que ha recibido y los retos con los que se ha enfrentado. Analiza específicamente, entre otros, algunos retos contemporáneos relacionados con problemas metodológicos como de qué forma medir y los logros del modelo de crecimiento endógeno regional; la necesidad de realizar un mayor uso de microdatos o datos por unidad y de integrarlos en estructuras espaciales más generales...

Esta breve revisión bibliográfica trata de poner de manifiesto la candencia de los citados aspectos, que inspiran el presente trabajo, que, a pesar de ello, muestra unas señas de identidad propias.

En segundo lugar, en el presente apartado queremos señalar que Gutiérrez (2007: 31-32) plantea su modelo como una alternativa para valorar el potencial de desarrollo económico de los territorios y el grado de vulnerabilidad de los mismos. De tal modo, que una parte de dicha evaluación la lleva a cabo tomando como base el enfoque del modelo de Biehl (1988), que considera solo la incidencia sobre el constructo teórico mencionado de los cuatro factores de potencialidad siguientes: *la localización, la aglomeración, la estructura sectorial y la infraestructura*. Sin embargo, por otra parte, complementa la evaluación anterior, de tal manera que en la definición del potencial de desarrollo económico territorial llevada a cabo en el modelo ampliado y revisado de Gutiérrez, también se consideran los denominados factores limitantes del desarrollo regional, incluyendo en este sentido *la pobreza, la desigualdad y la marginación*, radicando el sustento teórico de dicho modelo en la relación existente entre ambos tipos de factores, derivándose precisamente de dicha relación la información valiosa y diferente a la del modelo de Biehl, erigiéndose el modelo ampliado de Gutiérrez, por tanto, como un avance en los instrumentos que tratan de evaluar la capacidad de los territorios, no exclusivamente para crecer y desarrollarse, sino también para hacer frente de manera adecuada a los cambios económicos (este hecho se trata de analizar en el presente estudio mediante la realización de una comparación entre dos momentos temporales totalmente distintos, desde el punto de vista del ciclo económico, en las dos mediciones efectuadas de los municipios). Este autor concluye que su modelo teniendo en cuenta los resultados empíricos obtenidos en su estudio es una herramienta útil para el análisis del potencial de desarrollo económico de los territorios, así como para contribuir a una planificación más eficiente de la política económica destinada a estimular su crecimiento y desarrollo, reducir sus puntos débiles y lograr la convergencia en términos de empleo, renta y riqueza, aunque previamente a cualquier propuesta de política territorial señala que es preciso analizar el contexto y las características peculiares de la unidad territorial en cuestión, puesto que no hay una receta universal para lograr dicho proceso de desarrollo.

El presente trabajo de investigación se puede insertar, sin lugar a dudas, en el marco genérico de discusión expuesto en las líneas anteriores, puesto que partiendo de la consideración de las líneas maestras marcadas por dicho cuerpo teórico se han realizado una serie de mediciones mediante la

aplicación del modelo de Rasch. Sin embargo, no existe la posibilidad de comparar los resultados concretos obtenidos con los de otros análisis empíricos de la misma índole debido a que no se han encontrado estudios previos llevados a cabo mediante la aplicación de la citada metodología a unos escenarios definidos con los mismos criterios, con unos ítems similares y con un nivel de desagregación municipal de los datos.

Los factores de potencialidad citados han servido de inspiración para delimitar los ítems seleccionados.

La *aglomeración* o concentración espacial de población y/o actividades económicas, reseñada como uno de los factores de potencialidad del desarrollo económico de cualquier región o zona tanto en el modelo de Biehl como en el de Gutiérrez, no se incluye directamente en el presente análisis sino de manera indirecta, puesto que todos los ítems se han relativizado en función de sus características bien respecto a la población total (ingresos presupuestarios por habitante) bien respecto a la población económicamente activa (el resto de los ítems, salvo el índice de concentración sectorial que se expresa en términos absolutos, se presentan en relación a la población de 16 a 64 años, puesto que se considera que es la realmente relevante de cara al desarrollo potencial, además de que los ítems 1-4 al tratarse de variables de naturaleza estrictamente económica están correlacionados positivamente, mientras que el ítem 5 lo estará negativamente, con un incremento de la concentración espacial de la actividad económica, mostrando como consecuencia un mayor o menor valor cuanto mayor sea la concentración de dichas actividades en una zona; quedando, por tanto, el citado factor incluido en el estudio de forma implícita o indirecta).

En relación al concepto de infraestructuras de Biehl, se ha de decir que la capacidad de dicho factor a la hora de influir en el potencial de desarrollo económico de un municipio estaría relacionada con el nivel de los ingresos presupuestarios por habitante, puesto que un crecimiento en este ítem posibilitaría a los poderes públicos proporcionar un mayor nivel de *infraestructuralidad* a dicho ámbito territorial (se considera que se encuentra por debajo de su nivel potencial) y, por tanto, según los modelos teóricos considerados, generar un mayor potencial de desarrollo económico municipal. El logro de una mayor dotación de infraestructuras se traduciría a su vez en unos mayores niveles de ingreso, productividad y empleo del territorio y, como consecuencia, en unos ingresos presupuestarios nuevamente más elevados, originándose de esta forma una retroalimentación o *feed-back* que se traduciría en un círculo virtuoso positivo en términos de potencial de desarrollo económico. Además, este mecanismo reduciría los niveles de pobreza, marginación y desigualdad, obstaculizando de esta manera el efecto negativo de los factores limitantes del potencial de desarrollo económico.

Como se puede observar, el ítem 6 refleja la composición sectorial de la estructura productiva que tiene cualquier municipio, tratándose, por tanto, de uno de los 4 factores de potencial de desarrollo económico de cualquier región o zona considerado tanto en el modelo de Biehl como en el de Gutiérrez. Siguiendo el análisis ampliado del modelo de Biehl llevado a cabo por Gutiérrez (2007), se considera de manera implícita la inclusión de los factores limitantes del desarrollo regional: pobreza, marginación, y desigualdad, de tal manera que los otros cinco ítems contienen variables estrictamente económicas que de alguna manera englobarían dichos factores restrictivos. Es decir, siguiendo la línea de pensamiento de Gutiérrez se considera que aquellos municipios que presentan valores elevados de los ítems 1, 2, 3 y 4, y valores reducidos de paro por habitante en edad de trabajar, presentarían menores niveles de pobreza, marginación y desigualdad, y como consecuencia, un mayor nivel de potencial de desarrollo económico.

Por último, destacar que la metodología elegida, el Modelo de Rasch, es una técnica muy actual y apropiada de cara a su aplicación a investigaciones en ciencias sociales como la que se presenta en este trabajo. Un máximo exponente de dicha afirmación puede encontrarse, por ejemplo, en el trabajo de Cuenca et al. (2019), que además guarda muchas similitudes con el que se expone en estas líneas puesto que también analiza el nivel económico de los territorios, concretamente analiza los factores determinantes de las diferencias en el grado de pobreza entre países a través del Modelo de Rasch.

### 3. Datos y metodología: el modelo de Rasch.

La presente investigación utiliza un método inductivo mediante un proceso analítico-sintético que pretende cuantificar la variable latente “*Potencial de desarrollo económico de un municipio*”. Así, se parte de la descomposición de dicho objeto de estudio en una serie de ítems, que se estudian de forma individual y comparativa en dos momentos temporales distintos (análisis) y luego se procede a sintetizar dichas partes en una medida única para estudiarlas de manera holística e integral. Todo este proceso se ha llevado a cabo aplicando el método métrico de Rasch.

El atributo estadístico que diferencia al modelo de Rasch es que los parámetros personas e ítems están algebraicamente separados y dan lugar a estadísticos suficientes (Andersen, 1973; Masters & Wright, 1984). Rasch considera que, si los ítems elegidos son los correctos, surgirán pocos errores, por lo que es razonable representar la distribución de los errores de lectura mediante una función de probabilidad de Poisson (multiplicativa). La elección de este modelo de Poisson multiplicativo se debía a las propiedades que le cualifican como un modelo de medida (Lord, 1953). El estudio de los atributos que debían verificar las medidas, llevan a Rasch a la utilización de modelos aditivos exponenciales (modelos de medida): pasando del modelo de Poisson multiplicativo al modelo logístico. Rasch desarrolló su modelo dentro de la teoría de la medición conjunta, que parte de la consideración de que las medidas (observables) fundamentales tienen estructura aditiva. Perline et al. (1979) han probado que los modelos que están incluidos en la familia identificada por Rasch son los únicos modelos compatibles con los principios de la teoría de la medida conjunta en el caso probabilístico. Este hecho otorga un papel crucial a los modelos de medida de Rasch en la metodología para la medición en las Ciencias Sociales (Cliff, 1992; Michell, 1999). Así, los modelos de Rasch han sido aplicados en psicología, pedagogía, economía aplicada, salud pública, etc., para la confección de instrumentos de medida o identificación de continuos de medida en un conjunto de datos ya disponibles.

Siguiendo a Alvarado y Santisteban (2006: 10), el instrumento de medida propuesto por Rasch supone tanto la posibilidad de obtener estimadores suficientes de los parámetros, con medidas directas, y haciendo uso de las propiedades de las distribuciones y de los procesos de Poisson compuestos, como la de verificar los requisitos teóricamente exigibles: la estabilidad, la separabilidad, la independencia muestral, así como el requisito imprescindible de aditividad conjunta. Se convierte así en una herramienta de medida de variables latentes que, además, posibilita valorar el ajuste de las respuestas a los ítems y el que se produce entre la respuesta de un sujeto y los patrones de respuesta de la muestra a la que éste pertenece (Febles, 2008: 17).

Esta técnica presenta planteamientos sencillos, dado que la respuesta a un ítem depende tanto de la preparación y competencia del sujeto como de la dificultad del ítem (Febles, 2008: 17). Así, según Sánchez y Blanco (2012: 37-38), ofrece las siguientes ventajas: es capaz de extraer conclusiones fiables a partir de datos particulares o muestras pequeñas (suficiencia estadística); identifica casos que presentan desajustes respecto al conjunto de los datos, lo que lo diferencia de otras técnicas donde los posibles desajustes son eliminados del análisis por considerar que desvirtúan la muestra (Rasch los identifica para tratar de encontrar una justificación a dicha anomalía, puesto que suele ser muy clarificador en el caso de hechos o fenómenos económicos); estudia la fiabilidad de los sujetos y de los ítems de forma individual; calcula la fiabilidad y la validez global de las medidas; comprueba la hipótesis de unidimensionalidad; analiza las categorías de las respuestas, jerarquizando los ítems en función de su dificultad y los sujetos en función de su habilidad; identifica distintos grupos de sujetos enfrentando las mediciones con otras variables diferenciales como el tamaño, la identidad rural o metropolitana, la distancia a la capital... e identifica los puntos fuertes y débiles de cada sujeto de forma individual.

En definitiva, la Quantum Measurement Technique, basada en la Probabilidad de Rasch, es un instrumento de trabajo que permite obtener la medida de una variable latente, en este caso concreto “*Potencial de desarrollo económico de un municipio*”, siendo una medida más adecuada que otras al reducir matrices complejas de datos a una variable unidimensional (Morán & Álvarez, 2001: 196). Los parámetros que rigen la probabilidad de Rasch se han hallado utilizando el programa informático Winsteps Rasch Measurement (Linacre, 2014).

Así, en el presente trabajo se ha aplicado dicha Probabilidad a todos los municipios de la provincia de Sevilla, obteniéndose inicialmente 105 municipios, de los que deben suprimirse 7 (Albaida del Aljarafe, Burguillos, Huévar del Aljarafe, Pedrera, Tocina, Villanueva de San Juan, Villanueva del Ariscal) debido a que para estos municipios no se dispone de datos en SIMA del año 2007 para el ítem ingresos presupuestarios por habitante. Por tanto, finalmente quedan para la medida 98 municipios, recogidos en la Tabla 1. Para la comparación intertemporal se eligen tanto el año 2007 (último año de crecimiento económico antes de la crisis) como el año 2012 (último año de recesión económica para el cual disponemos de datos completos). Todo ello ha permitido cuantificar los ítems para los distintos municipios y conocer con detalle el potencial de desarrollo económico de los mismos, caracterizados por su pertenencia a la provincia de Sevilla.

Los parámetros que rigen la probabilidad de Rasch se han hallado utilizando el programa informático Winsteps, concretamente su versión 3.81.0. El resultado final es una medida del potencial de desarrollo económico para cada municipio y para cada ítem, así como los desajustes tanto para unos como para otros.

Dada la variable latente “x”, medida para los 98 municipios tanto para el año 2007 como para el año 2012, y definida por un conjunto de 6 ítems no correlacionados, esta técnica de medición los sitúa a lo largo de una línea para su medida conforme a su situación de potencial de desarrollo económico (Morán & Álvarez, 2001: 120), evaluando éstos conforme a la escala de valores del 1 (valor inferior) al 10 (valor superior). Los atributos que se han utilizado para analizar este constructo quedan reflejados en 6 ítems cuya numeración coincide además con el número de registro o entrada en el programa informático que se ha utilizado para realizar las mediciones (Winsteps):

- Ítem nº 1: Número de declaraciones/Población en edad de trabajar (de 16 a 64 años).
- Ítem nº 2: Rentas netas del trabajo/Población en edad de trabajar (de 16 a 64 años).
- Ítem nº 3: Ingresos presupuestarios por habitante.
- Ítem nº 4: Contratos registrados/Población en edad de trabajar (de 16 a 64 años).
- Ítem nº 5: Paro registrado/Población en edad de trabajar (de 16 a 64 años), que requiere de un tratamiento sobre su impacto inverso.
- Ítem nº 6: Índice de concentración sectorial de la estructura productiva (un valor bajo de este índice indicaría una elevada diversificación sectorial de la estructura productiva, de ahí que tenga un tratamiento inverso).

El ítem *Índice de concentración sectorial* se ha calculado a partir del Índice de Herfindahl. Este cálculo se expresa de la siguiente fórmula  $H = \sum_{i=1}^N S_i^2$ , que es la suma de los cuadrados de los tamaños relativos de las empresas de la industria considerada. En su aplicación a este caso concreto, se ha considerado por analogía como la suma de los cuadrados de los tamaños relativos de los sectores del municipio considerado, es decir, este índice se basa en el número total de sectores y en la distribución de los tamaños de los sectores productivos de un municipio. El Índice de Herfindahl se puede calcular sobre una base 1, donde un HHI=1 indica que en la estructura productiva del municipio solo hay un sector, sobre una base de 1.000 o 10.000. Por tanto, si “x” es la variable latente definida por un conjunto de ítems, entonces estos ítems son las características consideradas como más relevantes para explicar el potencial de desarrollo económico municipal, teniendo en cuenta la disponibilidad de información y que no presentan grados de correlación significativos.



**Tabla 1. Municipios de la provincia de Sevilla.**

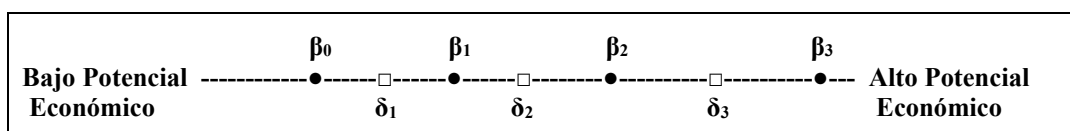
1	Aguadulce	15	Bollullos de la Mitación	29	Castilleja del Campo	43	El Garrobo	57	El Madroño	71	Paradas	85	San Juan de Aznalfarache
2	Alanís	16	Bormujos	30	El Castillo de las Guardas	44	Gelves	58	Mairena del Alcor	72	El Pedroso	86	San Nicolás del Puerto
3	Alcalá de Guadaíra	17	Brenes	31	Cazalla de la Sierra	45	Gerena	59	Mairena del Aljarafe	73	Peñaflor	87	Sanlúcar la Mayor
4	Alcalá del Río	18	Las Cabezas de San Juan	32	Constantina	46	Gilena	60	Marchena	74	Pilas	88	Santiponce
5	Alcolea del Río	19	Camas	33	Coria del Río	47	Gines	61	Marinaleda	75	Pruna	89	El Saucejo
6	La Algaba	20	La Campana	34	Coripe	48	Guadalcanal	62	Martín de la Jara	76	La Puebla de Cazalla	90	Sevilla (capital)
7	Algámitas	21	Cantillana	35	El Coronil	49	Guillena	63	Los Molares	77	La Puebla de los Infantes	91	Tomares
8	Almadén de la Plata	22	Cañada Rosal	36	Los Corrales	50	Herrera	64	Montellano	78	La Puebla del Río	92	Umbrete
9	Almensilla	23	Carmona	37	El Cuervo de Sevilla	51	Isla Mayor	65	Morón de la Frontera	79	El Real de la Jara	93	Utrera
10	Arahal	24	Carrión de los Céspedes	38	Dos Hermanas	52	La Lantejuela	66	Las Navas de la Concepción	80	La Rinconada	94	Valencina de la Concepción
11	Aznalcázar	25	Casariche	39	Écija	53	Lebrija	67	Olivares	81	La Roda de Andalucía	95	Villamanrique de la Condesa
12	Aznalcóllar	26	Castilblanco de los Arroyos	40	Espartinas	54	Lora de Estepa	68	Osuna	82	El Ronquillo	96	Villanueva del Río y Minas
13	Badolatosa	27	Castilleja de Guzmán	41	Estepa	55	Lora del Río	69	Palacios y Villafranca	83	El Rubio	97	Villaverde del Río
14	Benacazón	28	Castilleja de la Cuesta	42	Fuentes de Andalucía	56	La Luisiana	70	Palomares del Río	84	Salteras	98	El Viso del Alcor

Criterio de categorización: mínimo\*1'20 = x, la cual es el límite superior de la categoría 1; máximo\*0'80 = y, la cual es el límite inferior de la categoría 10; (y-x)/8 = z a repartir entre las categorías 2-9 de la siguiente manera: x+z => categoría 2; x+2z => categoría 3... Cuando la categoría 10 corresponde al intervalo que contiene los valores más bajos como ocurre en el caso de los ítems "Paro/Población 16-64 años" e "Índice de concentración sectorial", entonces: mínimo = Valor más alto del ítem\*0'80 = x, la cual es el límite inferior de la categoría 1; máximo = Valor más bajo \*1'20 = y, la cual es el límite superior de la categoría 10; (y-x)/8 = z a repartir entre las categorías 2-9 de la siguiente manera: x+z => categoría 2; x+2z => categoría 3...

Fuente: SIMA (Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía).

Como cualquier otra variable latente, el potencial de desarrollo económico puede visualizarse como una línea con una dirección a lo largo de la que se sitúan los ítems y los municipios. Esta representación muestra que el municipio  $\beta_0$  no sobrepasa ningún ítem por lo que estará entre los municipios con mayores debilidades. El municipio  $\beta_1$  sobrepasa sólo al ítem  $\delta_1$ , el municipio  $\beta_2$  sobrepasa los ítems  $\delta_1$  y  $\delta_2$ , mientras que el municipio  $\beta_3$  sobrepasa los tres ítems y será el de mayor potencial de desarrollo económico. El ítem  $\delta_1$  es el de menor medida, lo que representa una fortaleza más fácil de alcanzar y, como consecuencia, un nivel de potencial de desarrollo económico más habitual de conseguir, logrado por los municipios  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  y  $\beta_3$ ; mientras que el ítem  $\delta_3$  es el de mayor medida (el que está más a la derecha) y representa un nivel de potencial de desarrollo económico más raro, siendo sólo alcanzado por el municipio  $\beta_3$ .

**Figura 1. Continuo Lineal.**



Fuente: Elaboración propia a partir de Oreja (2015:53).

Si se considera  $X_{ni}$  como la variable dicotómica potencial de desarrollo económico municipal que describe el hecho de que un municipio “n” endosa el ítem “i”. Si  $X_{ni}=1$ , entonces el municipio “n” se dice que es potente; por el contrario, si  $X_{ni}=0$  se dice que el municipio “n” no es potente. Rasch empleó una función logística para explicar la relación entre la probabilidad de la opción correcta y la probabilidad de una opción incorrecta (ver Prieto & Delgado, 2003: 94-95).

Con los cálculos apropiados se obtiene de la fórmula que se presenta, mostrando en el presente caso la probabilidad de que el municipio “n” referido al ítem “i” sea potente, dados los parámetros  $\beta_n$  y  $\delta_i$ . Ésta es la fórmula que George Rasch obtuvo en su tratado acerca de las variables latentes (Morán & Álvarez, 2001: 198).

$$P[X_{ni} = 1]_{\beta_n, \delta_i} = \frac{e^{(\beta_n - \delta_i)}}{1 + e^{(\beta_n - \delta_i)}}$$

Una herramienta de medida configurada con estos ítems, posibilita el poder medir el potencial de desarrollo económico de un municipio y, además, permite posicionar a cada municipio estudiado dentro del ámbito de estudio elegido.

El presente estudio se centrará en el análisis del potencial de desarrollo económico de los municipios considerados, atendiendo a criterios de renta, empleo y diversificación productiva.

Partiendo de que lo que se quiere analizar es el nivel de potencial de desarrollo económico de los municipios elegidos, el **objetivo fundamental de este trabajo** se puede dividir en dos:

- Posicionar a cada municipio dentro del conjunto elegido para su comparación.
- Determinar qué factores condicionan dicho posicionamiento.

Se ha de señalar que el modelo de Rasch es politómico (Rasch, 1980; Andrich, 1978, 1988a y 1988b), de tal modo que en el caso que se está considerando la puntuación asignada se representa por la escala de categorías {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10} en términos del parámetro sujeto (municipios) e ítem (factores de potencial de desarrollo económico de un municipio).

Por tanto, debido a que en el presente trabajo los datos originales de los municipios no aparecen categorizados y toman valores de acuerdo a diferentes escalas y porcentajes, es preciso, conforme al modelo de Rasch de categorías ordenadas de Andrich-Rasch (Andrich, 1978), categorizar de forma conjunta a una misma escala todos los ítems del instrumento de medición diseñado.

El objetivo de esta categorización es transformar varias medidas que representan conceptos de diferente naturaleza o índole, en una medida global que simplifica y permite una interpretación conjunta (Álvarez, 2008).

De este modo, una vez obtenidos los datos de SIMA, el siguiente paso fue hallar los valores máximo y mínimo de cada factor de potencialidad o ítem, y establecer un criterio de valoración que convirtiera los datos extraídos en datos recogidos en un intervalo de 1 a 10, con el objetivo de estandarizarlos para poder tratarlos a través del modelo de Rasch (1980), con el programa Winsteps (Linacre, 2014).

Así, para llevar a cabo la categorización de los indicadores o ítems se utilizan 10 categorías, calculándose 10 intervalos o tramos para cada ítem, asignándose a cada uno de ellos los valores 1, 2, 3... 10, según se recoge en nota en la Tabla 1. En este sentido, se ha de resaltar también que dos de los ítems utilizados, concretamente *Paro/Población en edad de trabajar* e *Índice de Concentración Sectorial*, presentan una polaridad invertida, es decir, que un mayor valor del indicador, muestra un peor nivel de potencial de desarrollo económico.

La finalidad de este modelo es simplemente ubicar tanto los municipios seleccionados como los factores de potencial de desarrollo económico municipal en una escala lineal unidimensional representativa del constructo teórico que posibilite contrastar resultados entre los municipios analizados y la relevancia de los ítems. Así, gracias al modelo se puede realizar un estudio detallado de los municipios y de las variables elegidas ya que estos se ubican en un mismo continuo lineal de forma simultánea, apareciendo, por tanto, en dicha línea de manera conjunta los municipios y los factores de potencial de desarrollo económico municipal seleccionados, determinándose una sola dirección en la que se considera que el extremo superior e inferior de la línea representan “alto” y “bajo”, respectivamente, de la variable en cuestión, consiguiéndose así una jerarquía que llevará a la relación que se deriva de los municipios y su nivel de potencial de desarrollo económico, así como a la de la relevancia de los factores determinantes del mismo.

#### **4. Resultados empíricos.**

El posicionamiento de los 98 municipios en relación con su nivel de potencial de desarrollo económico se puede ver gráficamente a través del continuo lineal o mapa de Wright (Linacre, 2014) representado en la Tabla 2 tanto para 2007 como para 2012, respectivamente, en la que como ya se ha comentado se integran las medidas de los municipios y de los factores de potencial de desarrollo económico.

El continuo lineal se mueve en este caso entre +1 y -1 y se puede apreciar que está segmentado en torno de la media (M), la desviación típica (S) y dos veces la desviación típica (T). Partiendo de dicho mapa, se puede destacar que en el año 2007 el municipio con mayor potencial de desarrollo económico es Espartinas, mientras que el municipio con menor potencial es Castilblanco de los Arroyos. Del mismo modo, para el año 2012, el municipio con mayor potencial de desarrollo económico es nuevamente Espartinas, mientras que, para ese mismo año, el municipio con menor potencial es Villanueva del Río y Minas.

**Tabla 2. Mapa de sujetos e ítems para los municipios de la provincia de Sevilla.**

MEASURE	PERSON - MAP - ITEM	
1	<more> <rare>	2007
	+	
	Es  T	
	To T  I. presupuestario p.c.	
	Az Ca Pa	
	Ag Al Bo Ca Ge Gi Ma Sa Se Um Va  S	
	Bo Es He Lo Na S  Rentas Netas del trabajo/Pob. 16-64 años	
	Al Be Ca Gi Ro   Contratos registrados/Pob 16-64 años	
	Al Co Fu Gu Lu Ma Ma Ma Os	
0	Al Al Al Ba Ca Ca Co Do Gu Lo Pa Pu Ri Ro Ru Sa Sa Sa -c M+M	Paro registrado/Pob 16-64 años
	Ar Br Ca Co Ga Mo Pa Pi Pu Vi	
	Ca Ca Ca Ca Ge Mo Pe	
	Az Ca Ca Co La Le Ma Pe Pr Re Sa Ut	
	Al Ca Ma Ol Vi Vi S S	
	Co   N° declaraciones/Pob 16-64 años	
	Cu Mo Pu Sa   Índice de concentración sectorial	
	Al Vi T	
	Is	
	Ca  T	
	+	
-1	<less> <frequent>	

MEASURE	PERSON - MAP - ITEM	
1	<more> <rare>	2012
	+	
	Es pa T	
	Lora Toma	
	Agua Este Mair Palo Sevi Vale   I. presupuestarios p.c.	
	Boll Cast Cori Gine Herr Pueb  S Rentas Netas del trabajo/Pob 16-64 años	
	Alco Algá Azna Borm Caña Corr Gelv Gile Madr Osun S	
	Fuen Nava Peña Rubi Salt	Paro registrado/Pob 16-64 años
0	Alan Alme Casa Cast Caza Mari Mont Roda Sauc	
	Bado Lora Luis Moró Para Ronq Vill -cij +M	Contratos registrados/Pob 16-64 años
	Alca Carm Carr Dos Gere Guad Mair Marc Prun Pueb Umbr M	
	Alca Arah Bena Bren Cama Camp Cast Lebr Mart Pedr Sanl	
	Azna Rinc Sant	N° declaraciones/Pob 16-64 años
	Alma Cast Cons Coro Guil Isla Pila Real San Utre Viso  S	
	Cabe Cant Pala San Vill S	
	Cori Lant	
	Alga Cast Oliv	Índice de concentración sectorial
	Mola  T	
	Garr Pueb T	
	Cuer	
	Vill	
	+	
-1	<less> <frequent>	

Fuente: Elaboración propia a partir de Winsteps 3.81.0.

Asimismo, en dicho mapa se puede apreciar que, en ambos años, el factor de potencial de desarrollo económico más frecuente o fácil de conseguir entre los considerados es el *Índice de concentración sectorial*, mientras que el que menos aporta o influye en el potencial de desarrollo económico dentro del conjunto elegido de 98 municipios por ser más difícil de superar dadas las habilidades de los sujetos es *Ingresos presupuestarios por habitante*.

En el análisis de la unidimensionalidad en ambas mediciones se detectan desviaciones respecto a los valores que Linacre define como óptimos en su regla de oro, por lo que el modelo detecta ciertas tensiones multidimensionales en el constructo. No obstante, para ratificar que las medidas sólo están influidas por una sola dimensión, se emplea de manera complementaria la evaluación de los desajustes de sujetos e ítems mediante los estadísticos Infit y Outfit. En este sentido, se ha de recordar que, si éstos presentan valores muy desajustados, las medidas podrían estar influidas por una segunda dimensión. Sin embargo, los estadísticos Infit y Outfit no presentan valores desajustados a nivel global, muy próximos a 1 en su MNSQ y entre 0.0 y -0.1 en el ZSTD tanto en sujetos como en ítems, en ambas mediciones, pudiéndose intuir que las medidas no están influidas por otras dimensiones, así como aceptar por ello

que, con la información disponible, los datos solamente estarán influidos por una única dimensión a la hora de realizar cualquier análisis.

Respecto al análisis de la validez y la fiabilidad global, para el caso de la separación de los ítems alcanza 0.98 y en los sujetos 0.39. Cuanto más alto sea el valor obtenido, mejor es la separación existente y más precisa es la medición; pero también se ha de mencionar que Oreja (2005) considera que los mínimos de fiabilidad de referencia aceptables ampliamente difundidos no han sido nunca justificados teóricamente, mientras que otros estudios han analizado las distintas condiciones que determinan los niveles de fiabilidad: la muestra, el tipo de muestra, el tipo de escala, el número de categorías en las escalas de ítems, el número de ítems en las escalas, el número de ítems suprimidos, la naturaleza del constructo, el tipo de investigación, etc. En definitiva, un determinado nivel de fiabilidad *per se* no puede considerarse alto o bajo, ya que para ello es necesario considerarlo conjuntamente con las características peculiares del estudio en cuestión, es decir, debe ser tenido en cuenta junto a las características propias de los trabajos de investigación llevados a cabo, en este caso dentro del ámbito económico y empresarial, debiéndose tener siempre presente este marco de referencia para la correcta interpretación del nivel de fiabilidad obtenido.

En este sentido, también se ha de poner de manifiesto como Stenner (1994) señala, la diferencia entre la objetividad absoluta más propia de las ciencias físicas y químicas y la objetividad específica desarrollada por Rasch, fruto esta última del ajuste de un conjunto de datos al modelo de Rasch. Así, la posición relativa de los parámetros de los sujetos y de los ítems en el continuo lineal del constructo es independiente de sus muestras; en cambio, las medidas absolutas se pueden conseguir de manera indirecta incluyendo ítems o personas de referencia en el análisis. Por tanto, la delimitación de los sujetos, su grado de homogeneidad, el comportamiento dispar ligado al tiempo o al espacio, así como las posibilidades de los mismos para intervenir de forma no normalizada o disonante respecto a los demás, puede dar lugar no a restar objetividad específica, pero sí a marcar mayor grado de ligazón entre sujetos y medición de la variable latente en torno a unos ítems concretos, afectando a unos resultados más ligados al momento, al lugar o a otras variables no incluidas en la medición por no formar parte de la variable latente (aunque sí del sujeto).

En este punto, y a partir de la Tabla 3, se estudia de manera más detallada el posicionamiento jerárquico de los sujetos. El PTMEASURE-A presenta valores positivos en prácticamente todos los sujetos en ambas mediciones, lo que es indicativo de que tienen un comportamiento acorde al resto de los sujetos, si bien 4 municipios en el caso de la medición de 2007 y 5 en la de 2012 muestran un valor negativo, lo que refleja un comportamiento contrario al del resto de municipios. Tal es el caso de Aznalcóllar en 2007 o de Marinaleda en 2012, si bien hemos preferido no eliminar del estudio dichos municipios para su estudio.

Se ha de destacar que tanto para el año 2007 como para el año 2012, el líder en potencial de desarrollo económico dentro de los 98 municipios seleccionados es Espartinas, mientras que los municipios peor posicionados son Isla Mayor y Castilblanco de los Arroyos en 2007, y El Cuervo de Sevilla y Villanueva del Río y Minas en 2012.

Respecto a los estadísticos de validez, se ha de decir que en la Tabla 3 de medidas y ajustes se pueden ver los municipios con desajustes a través de los estadísticos Infit/Outfit. En este sentido, se ha de recordar que en la MNSQ del Infit/Outfit, el valor esperado es 1, admitiéndose como aceptables valores entre 0'5 y 1'5. Valores superiores a 1'5 e inferiores a 2 indican desajustes que son improductivos para la construcción de la medida, pero no distorsionan, mientras que valores superiores a 2, indican desajustes que sí distorsionan. Por otro lado, en la ZSTD del Infit/Outfit, los valores incluidos dentro del rango -1.9 y + 1.9 son aceptables, mientras que los valores superiores a 2 están desajustados (Oreja, 2005: 70).

**Tabla 3. Medidas y ajustes de los sujetos para la medición de los municipios de la provincia de Sevilla (2007 y 2012).**

TOTAL	MEASURE	MODE L S.E.	INFIT		OUTFIT		PTMEASURE- A		PERSON		TOTAL SCORE	MEASURE	MODE L S.E.	INFIT		OUTFIT		PTMEASURE- A	
			MNS Q	ZST D	MNS Q	ZST D	CORR.	EXP.	2007	2012				MNS Q	ZST D	MNS Q	ZST D	CORR.	EXP.
47	.72	.22	1.11	.4	.94	.2	.60	.55	40-Espartinas	40-Espartinas	44	.46	.19	1.45	.9	1.33	.7	.50	.48
42	.50	.20	1.42	.9	1.21	.5	.70	.61	91-Tomares	91-Tomares	43	.43	.19	1.55	1.1	1.40	.8	.53	.49
41	.45	.20	1.69	1.3	1.43	.8	.67	.62	70-Palomares del Río	54-Lora de Estepa	42	.39	.18	.49	-1.1	.50	-.9	.65	.50
40	.41	.20	1.67	1.2	1.90	1.4	.19	.62	11-Aznalcázar	94-Valencina de la Concepción	41	.36	.18	1.45	1.0	1.32	.7	.62	.51
40	.41	.20	2.01	1.7	1.70	1.2	.65	.62	27-Castilleja de Guzmán	1-Aguadulce	40	.32	.18	1.03	.2	1.05	.3	.59	.52
39	.37	.20	.79	-.3	.70	-.4	.72	.63	15-Bollullos de la Mitación	41-Estepa	40	.32	.18	.33	-1.7	.32	-1.6	.88	.52
39	.37	.20	1.44	.9	1.31	.7	.76	.63	47-Gines	59-Mairena del Aljarafe	40	.32	.18	1.57	1.1	1.45	.9	.60	.52
39	.37	.20	1.05	.3	.96	.1	.74	.63	59-Mairena del Aljarafe	70-Palomares del Río	40	.32	.18	1.92	1.6	1.75	1.3	.54	.52
39	.37	.20	1.16	.5	1.09	.4	.53	.63	92-Umbrete	90-Sevilla (capital)	40	.32	.18	1.23	.6	1.14	.4	.61	.52
39	.37	.20	1.29	.7	1.20	.5	.75	.63	94-Valencina de la Concepción	27-Castilleja de Guzmán	39	.29	.18	2.22	2.0	2.04	1.7	.51	.53
38	.33	.20	1.39	.8	1.37	.8	.53	.63	1-Aguadulce	47-Gines	39	.29	.18	1.92	1.6	1.78	1.4	.55	.53
38	.33	.20	.43	-1.2	.38	-1.3	.83	.63	29-Castilleja del Campo	50-Herrera	39	.29	.18	.46	-1.2	.53	-.9	.65	.53
37	.29	.20	.92	.0	.87	.0	.83	.64	9-Almensevilla	15-Bollullos de la Mitación	38	.26	.18	1.13	.4	1.05	.3	.71	.54
37	.29	.20	1.93	1.6	1.73	1.3	.63	.64	44-Gelves	34-Coripe	38	.26	.18	1.09	.4	1.34	.8	.28	.54
37	.29	.20	.74	-.3	.67	-.5	.76	.64	84-Salteras	77-Puebla de los Infantes (La)	38	.26	.18	1.82	1.5	2.16	1.9	.07	.54
37	.29	.20	1.44	.9	1.29	.7	.70	.64	90-Sevilla (capital)	7-Algámitas	37	.22	.18	1.17	.5	1.20	.5	.53	.54
36	.25	.20	1.94	1.6	1.78	1.3	.68	.64	16-Bormujos	11-Aznalcázar	37	.22	.18	.91	.0	.85	-.1	.51	.54
36	.25	.20	.38	-1.4	.40	-1.2	.81	.64	50-Herrera	16-Bormujos	37	.22	.18	1.57	1.1	1.50	1.0	.64	.54
36	.25	.20	.35	-1.5	.35	-1.4	.91	.64	54-Lora de Estepa	22-Cañada Rosal	37	.22	.18	.64	-.6	.66	-.6	.68	.54
35	.21	.20	.99	.2	.85	-.1	.66	.64	41-Estepa	44-Gelves	37	.22	.18	2.11	1.9	1.98	1.7	.55	.54
35	.21	.20	.85	-.1	.90	.0	.61	.64	66-Navas de la Concepción (Las)	46-Gilena	37	.22	.18	.33	-1.7	.30	-1.7	.69	.54
34	.17	.20	.62	-.6	.62	-.6	.87	.64	22-Cañada Rosal	57-Madroño (El)	37	.22	.18	3.51	3.3	4.53	3.9	-.51	.54
34	.17	.20	.31	-1.6	.27	-1.7	.85	.64	46-Gilena	5-Alcolea del Río	36	.19	.18	1.86	1.5	1.78	1.4	.24	.55
33	.13	.20	.06	-3.2	.07	-3.0	.94	.64	4-Alcalá del Río	36-Corrales (Los)	36	.19	.18	.87	-.1	.93	.0	.54	.55
33	.13	.20	.22	-2.0	.21	-2.0	.83	.64	14-Benacazón	68-Osuna	36	.19	.18	.20	-2.3	.24	-2.0	.71	.55
33	.13	.20	.49	-1.0	.52	-.9	.60	.64	82-Ronquillo (El)	83-Rubio (El)	35	.16	.18	.93	.0	.96	.1	.58	.55
32	.09	.20	.92	.0	.87	.0	.80	.64	36-Corrales (Los)	42-Fuentes de Andalucía	34	.13	.18	.71	-.5	.67	-.5	.78	.55
32	.09	.20	.95	.1	.86	-.1	.75	.64	42-Fuentes de Andalucía	66-Navas de la Concepción (Las)	34	.13	.18	.94	.1	1.00	.2	.47	.55
32	.09	.20	.62	-.6	.59	-.7	.81	.64	56-Luisiana (La)	73-Peñaflor	34	.13	.18	1.55	1.1	1.43	.9	.32	.55
32	.09	.20	.25	-1.9	.23	-1.9	.85	.64	68-Osuna	84-Salteras	34	.13	.18	.76	-.3	.75	-.4	.75	.55
31	.05	.20	1.02	.2	.88	.0	.67	.63	3-Alcalá de Guadaíra	9-Almensevilla	33	.09	.18	1.21	.6	1.23	.6	.75	.56
31	.05	.20	.89	.0	.85	-.1	.53	.63	48-Guadalcanal	29-Castilleja del Campo	33	.09	.18	.88	-.1	1.00	.2	.12	.56
31	.05	.20	3.79	3.3	5.07	4.0	-.41	.63	57-Madroño (El)	81-Roda de Andalucía (La)	33	.09	.18	.67	-.5	.65	-.6	.36	.56
31	.05	.20	.96	.1	.87	.0	.84	.63	58-Mairena del Alcor	89-Saucejo (El)	33	.09	.18	.62	-.7	.63	-.6	.76	.56

31	.05	.20	1.50	1.0	1.70	1.2	.34	.63	61-Marinaleda	2-Alanis	32	.06	.18	1.26	.6	1.33	.8	.16	.56
30	.01	.20	1.22	.6	1.23	.6	.43	.63	7-Algámitas	25-Casariche	32	.06	.18	.38	-1.4	.39	-1.4	.67	.56
30	.01	.20	1.11	.4	.97	.1	.49	.63	13-Badolatosa	31-Cazalla de la Sierra	32	.06	.18	.15	-2.5	.16	-2.4	.84	.56
30	.01	.20	.53	-8	.48	-9	.72	.63	23-Carmona	61-Marinaleda	32	.06	.18	1.97	1.6	2.05	1.7	-.04	.56
30	.01	.20	.31	-1.6	.27	-1.6	.85	.63	24-Carrión de los Céspedes	64-Montellano	32	.06	.18	.47	-1.1	.51	-1.0	.62	.56
30	.01	.20	1.21	.5	1.12	.4	.75	.63	38-Dos Hermanas	13-Badolatosa	31	.03	.18	2.36	2.1	2.38	2.1	-1.2	.56
30	.01	.20	.29	-1.6	.29	-1.6	.90	.63	39-Écija	55-Lora del Río	31	.03	.18	1.35	.8	1.23	.6	.34	.56
30	.01	.20	.50	-9	.51	-9	.85	.63	83-Rubio (El)	39-Écija	30	-.01	.19	.56	-8	.58	-.7	.71	.56
30	.01	.20	1.58	1.1	1.40	.8	.81	.63	88-Santiponce	56-Luisiana (La)	30	-.01	.19	.24	-2.0	.22	-2.0	.80	.56
30	.01	.20	.67	-5	.63	-5	.85	.63	89-Saucejo (El)	65-Morón de la Frontera	30	-.01	.19	.60	-.7	.60	-.7	.62	.56
29	-.03	.21	.76	-3	.76	-.2	.66	.62	2-Alanis	71-Paradas	30	-.01	.19	.24	-2.0	.25	-1.9	.84	.56
29	-.03	.21	2.05	1.7	1.82	1.3	.31	.62	5-Alcolea del Río	82-Ronquillo (El)	30	-.01	.19	.48	-1.1	.55	-.8	.55	.56
29	-.03	.21	.32	-1.5	.27	-1.6	.78	.62	35-Coronil (El)	95-Villamanrique de la Condesa	30	-.01	.19	1.98	1.6	1.79	1.4	.14	.56
29	-.03	.21	.39	-1.3	.38	-1.2	.72	.62	49-Guillena	38-Dos Hermanas	29	-.04	.19	.97	.1	1.00	.2	.78	.55
29	-.03	.21	.65	-5	.63	-5	.63	.62	55-Lora del Río	45-Gerena	29	-.04	.19	.50	-1.0	.51	-.9	.71	.55
29	-.03	.21	.53	-9	.49	-9	.70	.62	71-Paradas	48-Guadalcanal	29	-.04	.19	.61	-.7	.62	-.6	.41	.55
29	-.03	.21	1.85	1.4	1.66	1.1	.36	.62	77-Puebla de los Infantes (La)	58-Mairena del Alcor	29	-.04	.19	.94	.1	.92	.0	.84	.55
29	-.03	.21	.24	-1.9	.22	-1.8	.82	.62	80-Rinconada (La)	75-Pruna	29	-.04	.19	2.14	1.8	2.16	1.8	.18	.55
29	-.03	.21	.51	-9	.51	-8	.72	.62	81-Roda de Andalucía (La)	92-Umbrete	29	-.04	.19	.65	-.6	.65	-.5	.87	.55
29	-.03	.21	.65	-5	.62	-.6	.74	.62	87-Sanlúcar la Mayor	3-Alcalá de Guadaíra	28	-.08	.19	.68	-.5	.75	-.3	.58	.55
28	-.07	.21	.91	.0	.69	-.4	.63	.61	34-Coripe	23-Carmona	28	-.08	.19	.30	-1.7	.28	-1.7	.86	.55
28	-.07	.21	3.69	3.1	5.57	4.1	-.42	.61	43-Garrobo (El)	24-Carrión de los Céspedes	28	-.08	.19	.46	-1.1	.40	-1.2	.65	.55
28	-.07	.21	.81	-2	.68	-.4	.71	.61	65-Morón de la Frontera	60-Marchena	28	-.08	.19	.22	-2.0	.21	-2.0	.84	.55
28	-.07	.21	.13	-2.5	.17	-2.0	.94	.61	69-Palacios y Villafranca (Los)	76-Puebla de Cazalla (La)	28	-.08	.19	.32	-1.6	.33	-1.5	.95	.55
28	-.07	.21	.70	-.4	.61	-.6	.60	.61	74-Pilas	4-Alcalá del Río	27	-.12	.19	.31	-1.6	.26	-1.7	.80	.55
28	-.07	.21	.54	-8	.59	-.6	.82	.61	76-Puebla de Cazalla (La)	10-Arahal	27	-.12	.19	.37	-1.4	.36	-1.3	.72	.55
27	-.12	.21	.34	-1.4	.34	-1.3	.79	.60	10-Arahal	14-Benacazón	27	-.12	.19	.24	-1.9	.31	-1.5	.91	.55
27	-.12	.21	2.17	1.8	2.20	1.7	.24	.60	17-Brenes	17-Brenes	27	-.12	.19	1.85	1.4	1.63	1.1	.20	.55
27	-.12	.21	.12	-2.5	.15	-2.1	.91	.60	25-Casariche	53-Lebrija	27	-.12	.19	.60	-.7	.67	-.5	.52	.55
27	-.12	.21	2.86	2.4	2.44	1.9	.15	.60	95-Villamanrique de la Condesa	62-Martín de la Jara	27	-.12	.19	2.72	2.4	2.56	2.1	-.06	.55
26	-.16	.21	1.04	.3	1.00	.2	.76	.59	19-Camas	87-Sanlúcar la Mayor	27	-.12	.19	.55	-.8	.57	-.7	.75	.55
26	-.16	.21	1.16	.5	.92	.1	.48	.59	21-Cantillana	19-Camas	26	-.15	.19	.67	-.5	.70	-.4	.81	.54
26	-.16	.21	1.04	.3	1.00	.2	.76	.59	28-Castilleja de la Cuesta	20-Campana (La)	26	-.15	.19	2.29	1.9	2.35	1.9	.08	.54
26	-.16	.21	.24	-1.8	.21	-1.8	.94	.59	31-Cazalla de la Sierra	28-Castilleja de la Cuesta	26	-.15	.19	.72	-.4	.84	-.1	.69	.54
26	-.16	.21	.79	-2	.68	-.4	.71	.59	45-Gerena	72-Pedroso (El)	26	-.15	.19	.73	-.4	.94	.1	.54	.54
26	-.16	.21	.25	-1.8	.28	-1.5	.83	.59	64-Montellano	80-Rinconada (La)	25	-.19	.20	.60	-.6	.62	-.5	.74	.53
26	-.16	.21	.13	-2.4	.12	-2.3	.89	.59	72-Pedroso (El)	88-Santiponce	25	-.19	.20	1.02	.2	.99	.2	.77	.53
25	-.21	.22	1.70	1.2	2.60	2.0	-.12	.58	12-Aznalcóllar	12-Aznalcóllar	24	-.23	.20	.92	.0	.74	-.3	.76	.53
25	-.21	.22	2.56	2.1	2.26	1.7	.16	.58	20-Campana (La)	8-Almadén de la Plata	23	-.27	.21	1.02	.2	1.11	.4	.49	.52

25	-.21	.22	1.13	.4	1.06	.3	.47	.58	52-Lantejuela (La)	30-Castillo de las Guardas (El)	23	-.27	.21	1.14	.4	1.16	.5	.55	.52
25	-.21	.22	.15	-2.3	.15	-2.0	.91	.58	53-Lebrija	32-Constantina	23	-.27	.21	.76	-.2	.77	-.2	.46	.52
25	-.21	.22	.89	.0	.92	.1	.74	.58	85-San Juan de Aznalfarache	35-Coronil (El)	23	-.27	.21	.62	-.6	.47	-.9	.39	.52
24	-.26	.22	.24	-1.7	.33	-1.2	.84	.57	18-Cabezas de San Juan (Las)	49-Guillena	23	-.27	.21	.99	.2	.98	.2	.60	.52
24	-.26	.22	.45	-1.0	.56	-.6	.89	.57	33-Coria del Río	51-Isla Mayor	23	-.27	.21	1.83	1.3	1.91	1.4	.10	.52
24	-.26	.22	.58	-.7	.55	-.6	.79	.57	60-Marchena	74-Pilas	23	-.27	.21	.27	-1.6	.27	-1.5	.60	.52
24	-.26	.22	1.65	1.1	1.53	.9	.22	.57	73-Peñaflor	79-Real de la Jara (El)	23	-.27	.21	.74	-.3	1.07	.3	.39	.52
24	-.26	.22	1.05	.3	1.15	.4	.50	.57	75-Pruna	86-San Nicolás del Puerto	23	-.27	.21	1.72	1.2	2.10	1.6	-.37	.52
24	-.26	.22	.34	-1.4	.46	-.8	.64	.57	79-Real de la Jara (El)	93-Utrera	23	-.27	.21	.33	-1.4	.39	-1.1	.82	.52
24	-.26	.22	.58	-.7	.58	-.5	.71	.57	93-Utrera	98-Viso del Alcor (El)	23	-.27	.21	.47	-1.0	.44	-.9	.90	.52
23	-.31	.23	2.12	1.6	1.77	1.2	.21	.55	62-Martín de la Jara	85-San Juan de Aznalfarache	22	-.32	.21	.59	-.6	.74	-.2	.57	.51
23	-.31	.23	.78	-.2	.74	-.2	.77	.55	67-Olivares	18-Cabezas de San Juan (Las)	21	-.36	.22	.64	-.5	.70	-.3	.59	.50
23	-.31	.23	1.42	.8	1.32	.7	.26	.55	97-Villaverde del Río	21-Cantillana	21	-.36	.22	.80	-.1	.67	-.3	.55	.50
23	-.31	.23	.60	-.6	.53	-.7	.81	.55	98-Viso del Alcor (El)	69-Palacios y Villafranca (Los)	21	-.36	.22	.50	-.8	.59	-.5	.65	.50
22	-.36	.23	.83	-.1	.77	-.1	.72	.54	6-Algaba (La)	97-Villaverde del Río	21	-.36	.22	.75	-.2	.69	-.3	.35	.50
22	-.36	.23	.89	.0	1.31	.6	.29	.54	30-Castillo de las Guardas (El)	33-Coria del Río	20	-.41	.22	.92	.1	.85	.0	.57	.48
21	-.42	.24	.80	-.1	.95	.2	.59	.52	32-Constantina	52-Lantejuela (La)	20	-.41	.22	.86	.0	.97	.2	.51	.48
20	-.48	.25	.30	-1.3	.23	-1.4	.76	.50	37-Cuervo de Sevilla (El)	6-Algaba (La)	19	-.47	.23	.58	-.5	.62	-.4	.69	.47
20	-.48	.25	.17	-1.8	.30	-1.2	.92	.50	63-Molares (Los)	26-Castilblanco de los Arroyos	19	-.47	.23	1.50	.9	1.59	1.0	.42	.47
20	-.48	.25	1.60	1.0	1.13	.4	.66	.50	78-Puebla del Río (La)	67-Olivares	19	-.47	.23	.73	-.2	.57	-.5	.78	.47
20	-.48	.25	2.99	2.2	3.21	2.3	-.65	.50	86-San Nicolás del Puerto	63-Molares (Los)	18	-.52	.24	.49	-.7	.48	-.7	.64	.45
19	-.54	.26	1.27	.6	1.33	.7	.29	.48	8-Almadén de la Plata	43-Garrobo (El)	17	-.58	.25	1.38	.7	1.00	.2	.61	.44
18	-.61	.27	1.24	.6	.76	-.1	.46	.46	96-Villanueva del Río y Minas	78-Puebla del Río (La)	17	-.58	.25	1.96	1.3	1.37	.7	.70	.44
17	-.69	.29	3.13	2.1	3.31	2.2	.09	.44	51-Isla Mayor	37-Cuervo de Sevilla (El)	15	-.72	.28	1.09	.4	.95	.2	.64	.39
16	-.78	.31	1.95	1.2	1.44	.8	.33	.42	26-Castilblanco de los Arroyos	96-Villanueva del Río y Minas	14	-.81	.30	.97	.2	.65	-.2	.64	.37
29.3	-.03	.21	1.03	-.1	1.02	-.1			MEAN	MEAN	29.5	-.05	.20	1.00	.0	1.00	.0		
6.1	.27	.02	.77	1.3	.89	1.2			S.D.	S.D.	7.0	.27	.02	.64	1.2	.67	1.1		

Fuente: Elaboración propia a partir de Winsteps 3.81.0.



A continuación, se pretende conseguir otro de los objetivos de este estudio: determinar cuáles son las condiciones facilitadoras o factores impulsores del potencial de desarrollo económico de un municipio más y menos importantes.

En la Tabla 4 de medidas y ajustes se presentan los atributos o ítems seleccionados para estudiar su incidencia de cara a facilitar o impulsar el potencial de desarrollo económico de un municipio, ordenados de menor a mayor presencia en el marco de referencia elegido de 98 municipios, de acuerdo con la percepción o respuesta de los mismos. Según los datos de esta tabla, los resultados son claros. El PTMEASURE-A presenta valores positivos en todos los ítems en ambas mediciones, lo que es indicativo de que ninguno de ellos tiene un comportamiento contrario al resto de los ítems.

Según la respuesta de los municipios, en ambos años, el ítem con medida más alta y, como consecuencia, más difícil de superar o conseguir fue *Ingresos presupuestarios por habitante*, mientras que el ítem con una medida más baja, y, por tanto, más fácil de superar o conseguir fue el *Índice de concentración sectorial*. De este modo, en ambos años, el factor que más grado de influencia tiene a la hora de generar un diferencial positivo en términos de potencial de desarrollo económico en los municipios que logren alcanzar una categoría mayor es el ítem 3, *Ingresos presupuestarios por habitante*, con una medida de 0.53 y 0.33 unidades logit para los años 2007 y 2012, respectivamente; seguido de *Rentas netas del trabajo/Población 16-64 años* con 0.25 y 0.24 unidades logit para los años 2007 y 2012, de manera respectiva.

En lo que respecta a los ítems con menor capacidad para generar diferencias debido a que la mayoría de los municipios elegidos alcanzó en dicho ítem una categoría elevada, destaca el ítem 6, *Índice de concentración sectorial*, con una medida de -0.50 y -0.47 para 2007 y 2012, respectivamente.

Se ha de destacar que los dos ítems posicionados en las primeras posiciones y mencionados anteriormente, presentan valores reducidos de score total, concretamente, 295 y 372 en 2007, y 337 y 368 en 2012, sobre los 980 posibles. Esto significaría que dichos ítems son difíciles de lograr, que existen marcadas diferencias entre los distintos municipios, que son pocos los que consiguen alcanzar un nivel categórico importante en estos atributos y que, por tanto, pueden marcar un diferencial importante en el potencial de desarrollo económico municipal.

El tercer ítem en importancia en el año 2012 es *Paro registrado/Población de 16 a 64 años*, con una medida 0.11 unidades logit, mientras que en 2007 es *Contratos registrados/ Población de 16 a 64 años* con una medida 0.17 unidades logit.

En 2012, el cuarto ítem con mayor impacto para lograr mejorar la fortaleza económica es *Contratos registrados/Población de 16 a 64 años*, que alcanza una medida de Rasch de 0.01 unidades logit; mientras que en 2007 es *Paro registrado/Población de 16 a 64 años* con una medida -0.03 unidades logit.

Esta permuta en la posición de ambos ítems es acorde al cambio de una fase expansiva a una de recesión económica, es decir, los resultados en estos ítems ponen de manifiesto una evolución desfavorable como es lógico dado el escenario global de crisis económica que comienza en 2008.

El ítem situado en quinto lugar en ambos años es *Número de declaraciones/Población de 16 y 64 años*, de tal manera que la evolución ha sido positiva en la media del conjunto de municipios considerados, con un aumento medio entre ambos años de un 4.14%.

Para finalizar, el ítem ubicado en última posición en ambos años, *Índice de concentración sectorial*, disminuyó en 2012 respecto a 2007 un 6.36% de media. Puede observarse además cómo el score total de este ítem es 685 y 709 en 2007 y 2012, respectivamente, cifras muy cercanas ya al total disponible de 980, lo que mostraría además el poco margen de dicho ítem como factor de incidencia diferencial en el potencial de desarrollo económico municipal.

Tabla 4. Medidas y ajustes de los ítems para la medición de los municipios de la provincia de Sevilla (2007-2012).

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT		OUTFIT		PTMEASURE-A		EXACT OBS%	MATCH EXP%	ÍTEM 2007
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD	CORR.	EXP.			
3	295	98	.53	.07	1.04	.3	1.18	1.0	.28	.38	38.8	27.6	Ingresos presupuestarios por hab.
2	372	98	.25	.06	.88	-.8	.73	-1.8	.66	.44	27.6	21.4	Rentas N. Trabajo/Pob. 16-64 años
4	396	98	.17	.05	.83	-1.2	.74	-1.8	.23	.46	29.6	20.4	Contratos reg./Pob. 16-64 años
5	474	98	-.03	.05	1.58	3.9	1.71	4.4	.23	.49	9.2	17.2	Paro registrado/Pob. 16-64 años
1	653	98	-.43	.05	.93	-.6	.96	-.3	.76	.50	10.2	16.3	Nº declaraciones/Pob. 16-64 años
6	685	98	-.50	.05	.79	-1.7	.79	-1.6	.49	.50	23.5	16.1	Índice de concentración sectorial
<b>MEAN</b>	479.2	98.0	.00	.05	1.01	.0	1.02	.0			23.1	19.8	
<b>S.D.</b>	144.3	.0	.37	.01	.27	1.8	.35	2.2			10.5	4.0	

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT		OUTFIT		PTMEASURE-A		EXACT OBS%	MATCH EXP%	ÍTEM 2012
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD	CORR.	EXP.			
3	337	98	.33	.05	.71	-2.0	.73	-1.8	.26	.42	29.6	20.0	Ingresos presupuestarios por hab.
2	368	98	.24	.05	1.14	1.0	.97	-.1	.46	.44	15.3	18.9	Rentas N. Trabajo/Pob. 16-64 años
5	423	98	.11	.05	1.46	3.0	1.48	3.0	.56	.48	12.2	17.5	Paro registrado/Pob. 16-64 años
4	468	98	.01	.05	.88	-1.0	.83	-1.3	.36	.50	21.4	16.4	Contratos reg./Pob. 16-64 años
1	586	98	-.22	.04	.77	-2.0	.79	-1.7	.84	.53	9.2	15.1	Nº declaraciones/Pob. 16-64 años
6	709	98	-.47	.05	1.10	.8	1.19	1.3	.19	.52	10.2	14.3	Índice de concentración sectorial
<b>MEAN</b>	481.8	98.0	.00	.05	1.01	.0	1.00	-.1			16.3	17.0	
<b>S.D.</b>	129.1	.0	.28	.00	.26	1.8	.26	1.8			7.2	2.0	

Fuente: Elaboración propia a partir de Winsteps 3.81.0.

Para estudiar de forma más detallada los municipios con desajustes en ambos años se puede emplear la información desagregada de la Tabla 5. En relación a la información contenida en la tabla mencionada, cabe recordar que en situaciones de análisis comparativo entre sujetos lo que se recoge es un desajuste que necesita ser explicado en caso de considerarse oportuno o necesario para el objeto del trabajo de investigación. Por ello mediante esta tabla se puede llevar a cabo un estudio detallado del origen del desajuste entre el valor real y el del modelo que permite ver en qué ítem se genera dicho desajuste. Se ha de recordar también que los valores residuales positivos indican que han puntuado al ítem por encima del valor que esperaba el modelo, mientras que los valores residuales negativos indican que han sido puntuados más bajo de lo que el modelo esperaba. Ello permite poner en marcha las acciones necesarias para corregir las causas del desajuste, en el caso de que se considere oportuno.

**Tabla 5. Desajustes para los municipios de la provincia de Sevilla.**

2007								2012								
NUMBER	NAME	MEASURE	INFIT	(MNSQ)				NUMBER	NAME	MEASURE	INFIT	(MNSQ)				
OUTFIT								OUTFIT								
43	Garrobo (El)	-.07	3.7	A				57	Madroño (El)	.22	3.5	A				
5.6								4.5								
	OBSERVED: 1:	1	3	10	4	3	7		OBSERVED: 1:	9	4	10	4	9	1	
	Z-RESIDUAL:	-2		5					Z-RESIDUAL:		2				-4	
57	Madroño (El)	.05	3.8	B				62	Martín de la Jara	-.12	2.7	B				
5.1								2.6								
	OBSERVED: 1:	8	3	10	4	5	1		OBSERVED: 1:	7	1	3	6	9	1	
	Z-RESIDUAL:			4			-3		Z-RESIDUAL:				2		-2	
51	Isla Mayor	-.69	3.1	C				13	Badolatosa	.03	2.4	C				
3.3								2.4								
	OBSERVED: 1:	1	1	2	2	8	3		OBSERVED: 1:	5	1	5	7	10	3	
	Z-RESIDUAL:					3			Z-RESIDUAL:				2		-2	
86	San Nicolás del	-.48	3.0	D				20	Campana (La)	-.15	2.3	D				
3.2								2.3								
	OBSERVED: 1:	1	2	5	5	6	1		OBSERVED: 1:	2	1	3	5	10	5	
	Z-RESIDUAL:			2					Z-RESIDUAL:					3		
95	Villamanrique de	-.12	2.9	E				27	Castilleja Guzmán	.29	2.2	E				
2.4								2.0								
	OBSERVED: 1:	1	2	4	3	10	7		OBSERVED: 1:	10	10	2	1	6	10	
	Z-RESIDUAL:	-2				2			Z-RESIDUAL:				-2			
12	Aznalcóllar	-.21	1.7	F				75	Pruna	-.04	2.1	F				
2.6								2.2								
	OBSERVED: 1:	2	3	7	3	3	7		OBSERVED: 1:	5	1	2	7	10	4	
	Z-RESIDUAL:			3					Z-RESIDUAL:				2			
20	Campana (La)	-.21	2.6	G				77	Puebla Infantes	.26	1.8	G				
2.3								2.2								
	OBSERVED: 1:	2	2	3	3	10	5		OBSERVED: 1:	8	2	5	9	10	4	
	Z-RESIDUAL:					3			Z-RESIDUAL:						-2	
17	Brenes	-.12	2.2	H				44	Gelves	.22	2.1	H				
2.2								2.0								
	OBSERVED: 1:	2	3	1	8	7	6		OBSERVED: 1:	10	10	2	2	3	10	
	Z-RESIDUAL:				2				Z-RESIDUAL:		2					
62	Martín de la J	-.31	2.1	I				86	San Nicolás Puerto	-.27	1.7	I				
1.8								2.1								
	OBSERVED: 1:	7	1	3	4	7	1		OBSERVED: 1:	1	2	7	5	4	4	
	Z-RESIDUAL:						-2		Z-RESIDUAL:		2					
5	Alcolea del Río	-.03	2.0	J				61	Marinaleda	.06	2.0	J				
1.8								2.0								
	OBSERVED: 1:	4	2	2	6	10	5		OBSERVED: 1:	6	1	6	5	10	4	
	Z-RESIDUAL:					2			Z-RESIDUAL:				2			
27	Castilleja de G.	.41	2.0	K				95	Villamanrique de	-.01	2.0	K				
1.7								1.8								
	OBSERVED: 1:	10	10	3	1	6	10		OBSERVED: 1:	1	2	4	7	9	7	
	Z-RESIDUAL:				-2				Z-RESIDUAL:	-2			2			
									78	Puebla del Río	-.58	2.0	L			
								1.4								
	OBSERVED: 1:	1	3	1	2	1	9		OBSERVED: 1:	1	3	1	2	1	9	
	Z-RESIDUAL:						2		Z-RESIDUAL:						2	

Fuente: Elaboración propia a partir de Winsteps 3.81.0.

Por último, destacar que el modelo de Rasch permite también determinar qué ítems pueden llegar a desajustar. Sin embargo, en el caso en el que se trabaja ninguno presenta un desajuste relevante.

## 5. Conclusiones.

Definir el proceso de desarrollo económico de un territorio es de una enorme dificultad, puesto que implica la interacción de numerosos factores de diversa índole (económicos, sociales, culturales, institucionales...). La necesidad de realizar dicho proceso es evidente, dado que como consecuencia de ello se pueden diseñar medidas de política económica para influir en el mismo, generándolo o estimulando, redireccionándolo o potenciando el ya existente.

La presente investigación, basándose en la medición del Potencial de Desarrollo Económico obtenida mediante la aplicación del modelo de Rasch, ha logrado jerarquizar la posición de los municipios en función de esta variable latente y poner de manifiesto la relevancia o incidencia diferencial de los factores de potencialidad de dicho proceso y, en definitiva, la existencia de asimetrías entre los municipios, que expliquen la ordenación de los sujetos en relación al constructo elegido. Una vez medido, pueden definirse actuaciones y cambiar los resultados. Todo ello puede ayudar, sin lugar a dudas, al diseño más eficaz y eficiente de las políticas económicas dirigidas tanto a afianzar como a estimular el crecimiento y el desarrollo económico de las unidades municipales, dado que cada municipio sabe cuál es su situación de partida y qué ítems permiten avances más sencillos, pero menos impactantes, y cuáles más complejos, pero también más determinantes.

El análisis se desarrolla en unos escenarios constituidos por 98 sujetos (municipios de la provincia de Sevilla) en dos momentos diferentes, que abarcan un periodo de recesión económica importante, puesto que para este territorio el 2007 es el año con mayor crecimiento en su economía y el 2012 es el último año de recesión importante. Dada la entidad heterogénea existente, ofrece unos resultados que muestra la divergencia tanto en las características propias de cada territorio (económicas, sociales, culturales, institucionales...) como de nivel de desarrollo. Así, Espartinas y Tomares son los municipios que presiden la medición, los de mayor Potencial Económico, a pesar de que en el primero la distancia con la media de 2012 sea un 40.58% más baja que la de 2007, mientras que para el segundo la distancia con su media en 2012 sea un 19.15% menor que en 2007 (aunque trabajemos con dos mediciones específicas, y cada MPE de un municipio esté ligado a la propia medición, su distancia con la media del conjunto de municipios sí es comparable entre mediciones). Sin embargo, hemos podido comprobar cómo municipios como Peñaflores que ocupaba la 80ª posición en 2007, es el municipio que ha ganado más posiciones hasta 2012 (51 puestos), con un crecimiento de su MPE extraordinario, encontrándose muy por debajo de la media en 2007 para posicionarse por encima de la media en 2012. Le sigue la mejora experimentada por municipios como Coripe, La Puebla de los Infantes Cazalla de la Sierra o Montellano, entre otros. Por el lado contrario, Umbrete, El Garrobo, Benacazón o Alcalá del Río, entre otros pierden muchas posiciones en el ranking, desde 44 a 35 puestos.

En este contexto, el presente trabajo de investigación se presenta como un instrumento de análisis funcional, operativo, práctico, flexible, apropiado y eficiente para el estudio económico de los territorios a nivel municipal puesto que permite jerarquizar los sujetos seleccionados en función de su potencial de desarrollo económico, posibilitando incluso la ejecución de comparaciones intertemporales y, en consecuencia, poder actuar con estrategias adecuadas.

Pero, además, permite ordenar los factores de potencialidad elegidos según su capacidad o relevancia para generar una incidencia diferencial en el citado proceso, siendo este último aspecto muy útil y valioso para la recomendación de estrategias de política económica capaces de estimular el desarrollo, teniendo en cuenta las características propias, así como las diferencias en el *potencial* del mismo de las distintas unidades territoriales. Al obtener qué ítems son los más incidentes en el proceso de Desarrollo Económico, según el periodo considerado, expansión o recesión económica, los municipios pueden lograr un mayor avance adecuando sus actuaciones estratégicas de política presupuestaria, laboral, empresarial y de dinamismo interno para movilizar renta y ser capaces así de

crear más renta, riqueza y empleo. Así, en ambas mediciones los ingresos presupuestarios por habitante y las rentas netas de trabajo por población en edad de trabajar son los ítems que mayor impacto positivo puede causar, y son los más difíciles de conseguir, aunque su medición se ha reducido mucho en el caso del primero y apenas en el segundo. Los ítems más fáciles de obtener son la diversificación productiva y el número de declaraciones por población en edad de trabajar, y por lo tanto los de menor medida, que en ambos casos ha mejorado en 2012 respecto de 2007. Si un municipio no consigue un buen nivel en estos ítems de fácil consecución retrocederán de forma importante en la MPE.

Este análisis permite identificar los ítems fuertes y débiles en los que destaca cada municipio, lo que enfrentado a la ponderación que experimenta cada uno de éstos en la medición global nos facilita identificar cuál debe ser la estrategia específica de cada uno de ellos si desea mejorar su potencial económico.

Igualmente, los desajustes plantean la posibilidad de iniciar un estudio detallado de ciertos municipios que se salen de la tónica normal; así hay municipios que presentan un nivel de contratación excesivo a pesar de su carácter rural, lo que podría estar derivado de intervenciones específicas que provoquen tal circunstancia: hábitos locales, subvenciones específicas, etc. Es por ello que el modelo permite encontrar respuestas a ciertos desarrollos que requieren, lógicamente, de un análisis de tales escenarios de forma más amplia y pormenorizada.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se puede resaltar que se han logrado los objetivos planteados inicialmente: una propuesta analítica genérica que apoye la planificación de las políticas de desarrollo de un municipio, así como la confirmación de la eficacia tanto de dicha propuesta como de los instrumentos utilizados para los municipios analizados.

En relación a la consideración de las posibles limitaciones del presente trabajo de investigación, se podría destacar tanto las tensiones iniciales detectadas en el análisis de la unidimensionalidad del constructo en las dos evaluaciones de los municipios, como la mejorable fiabilidad global de los sujetos en la medición. Ambos hechos se deben, sin lugar a dudas, a la enorme heterogeneidad de los sujetos considerados en el escenario planteado y, en cualquier caso, no suponen un obstáculo para el análisis del objeto central del estudio, el potencial de desarrollo económico municipal.

Para finalizar, se pueden plantear algunas recomendaciones de cara a la posible realización de trabajos de investigación similares en un futuro en el citado ámbito municipal. En principio pretendemos hacer pruebas con mediciones que incorporen dos ítems adicionales en esta medición: uno que complemente el ítem de la diversificación/concentración productiva con la cantidad de tejido empresarial, es decir, el número de empresas por cada 1.000 habitantes; el segundo, sobre el número de oficinas bancarias por cada 1.000 habitantes. A partir de ello, realizaremos mediciones territoriales con grupos de municipios de tamaño poblacional similar, que favorezca una mayor coherencia de respuesta.

## Referencias

- Alvarado, J.M., & Santisteban, C. (2006). *La validez en la medición psicológica*. Madrid: UNED.
- Álvarez, P. (2008). El Modelo de Rasch como herramienta para obtener una única prioridad entre varias. En J. Febles Acosta (Coord.), *Los Modelos de Rasch en Administración de Empresas. Aplicaciones Avanzadas* (pp. 25-38). Santa Cruz de Tenerife: Fundación FYDE Caja Canarias.
- Andersen, E.B. (1973). A goodness of fit test for the Rasch Model. *Psychometrika*, 38(1), 123-140.
- Andrich, D. (1978). A rating formulation for ordered response categories. *Psychometrika*, 43, 357-374.
- Andrich, D. (1988a). A General Form of Rasch's Extended Logistic Model for Partial Credit Scoring. *Applied Measurement in Education*, 1(4), 363-378.

- Andrich, D. (1988b). *Rasch Models for measurement*. Newbury Park, California: Sage.
- Biehl, D. (1988). Las infraestructuras y el desarrollo regional. En E. Fuentes Quintana (Dir.), *Papeles de Economía Española 35. Economía Regional: Ideas y Políticas* (pp. 293-310). Madrid: Fundación Fondo para la Investigación Económica y Social - Obra Social de la Confederación Española de Cajas de Ahorros.
- Caravaca, I., González, G., García, A., Fernández, V., & Mendoza, A. (2014). Conocimiento, innovación y estrategias públicas de desarrollo: análisis comparado de tres ciudades medias de Andalucía. *Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales (EURE)*, 40(119), 49-74.
- Cliff, N. (1992). Abstract measurement theory and the revolution that never happened. *Psychological Science*, 3(3), 186-190.
- Cuenca, E., Navarro, M., & Morán, J. C. (2019). Factors determining differences in the poverty degree among countries. *Mdpi, Resources*, 8(3), 122.
- De Haro, R., Marceleño, S., Irán, J., & Nájera, O. (2017). Las desigualdades socioeconómicas entre los municipios de Nayarit, México. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 230 (mayo-agosto de 2017), 117-154.
- Entrena-Durán, F., & Álvarez-Lorente, T. (2014). Dinámicas sociodemográficas, economía y potencialidades de desarrollo sostenible de la Comarca de Guadix (España). *Ambiente y Desarrollo*, 18(35), 9-21.
- Esparcia, J., Escribano, J., & Serrano, J. J. (2016). Una aproximación al enfoque del capital social y a su contribución al estudio de los procesos de desarrollo local. *Investigaciones Regionales - Journal of Regional Research*, 34 (Otoño 2016), 49-71.
- Febles, J. (2008). *Los Modelos de Rasch en Administración de Empresas: Aplicaciones Avanzadas*. Santa Cruz de Tenerife: Fundación FYDE Caja Canarias.
- García, E. (2014). Políticas públicas para el desarrollo: efectividad, eficiencia y rentabilidad. Globalización y Desarrollo. *ICE, Septiembre-Octubre 2014*(880), 151-163.
- Gaviria, M.A. (2013). Opciones de desarrollo local: el caso de un municipio risaraldense. *Revista Académica e Institucional Paginas de la UCP*, 94, 157 - 174.
- Granados, H., Giraldo, O., & Acevedo, N. (2016). Promoción de la competitividad y el desarrollo territorial en los municipios del Valle de Aburrá. *Semestre Económico*, 19(40), 93-116.
- Gutiérrez, L.E. (2007). Potencial de Desarrollo y Gestión de la Política Regional. El Caso de Chihuahua. *El Colegio de la Frontera Norte*, 19(38), 7-35.
- Linacre, J.M. (2014). *WINSTEPS®. Rasch Measurement Computer Program User's Guide*. Beaverton, Oregon: Winsteps. com. (Versión 3.81.0).
- Lord, F.M. (1953). On the Statistical Treatment of Football Numbers. *American Psychologist*, 8, 750-751.
- Masters, G.N., & Wright, B.D. (1984). The essential process in a family of measurement models. *Psychometrika*, 49, 529-544.
- Michell, J. (1999). *Measurement in psychology: a critical history of a methodological concept*. Cambridge (UK): Cambridge University Press.

- Morán-Álvarez, J.C. & Álvarez-Martínez, P. (2001). Medida del desarrollo humano para los países de la América Latina. *El Trimestre Económico*, 195-208.
- Nunes, O.M., & Karnopp, E. (2015). As Potencialidades Endógenas do Desenvolvimento Regional. Estudo de Caso do Município de Júlio de Castilhos/RS. *Desenvolvimento em questão*, Editora Unijuí, 13 (30), 203-229.
- Oreja, J.R. (2005). *Introducción a la medición objetiva en Economía, Administración y Dirección de Empresas: El Modelo de Rasch*. IUDE. Serie Estudios, 2005/47. Santa Cruz de Tenerife: Instituto Universitario de la Empresa (IUDE) de la Universidad de La Laguna. Descargado de: [http://iude.webs.ull.es/investigacion/publicaciones/pdf\\_docs\\_trabajo/iude-0547.pdf](http://iude.webs.ull.es/investigacion/publicaciones/pdf_docs_trabajo/iude-0547.pdf)
- Peña, A.R. (2006). *Las disparidades económicas intrarregionales en Andalucía*. Cádiz: Ed. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.
- Peña, A.R. (2010). Los desequilibrios económicos territoriales: el caso de la provincia de Cádiz. *Revista de Economía*, XXVII(74), 9-47.
- Perline, R., Wright, B.D., & Wainer, H. (1979). The Rasch Model as an Additive Conjoint Measurement. *Applied Psychological Measurement*, 3(2), 237-255.
- Prieto, G., & Delgado, A.R. (2003). Análisis de un test mediante el modelo de Rasch. *Psicothema*, 15(1), 94-100.
- Rasch, G. (1980). *Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Test*. Chicago: The University Chicago Press.
- Reig, E. (2010). Análisis del potencial socioeconómico de municipios rurales con métodos no paramétricos. Aplicación al caso de una zona Leader. *Fundación BBVA*. Documento de trabajo, 4/2010.
- Ruiz, R.G., & Becerra, F.A. (2015). Una propuesta para la evaluación integral de los proyectos de desarrollo local. El caso de estudio TROPISUR. *Economía y Desarrollo*, 154(1), 144-154.
- Sánchez, L., & Blanco, B. (2012). El Modelo de Rasch en Dirección de Operaciones (Rasch Model in Operations Management). *Working Papers on Operations Management*, 3(2), 35-47.
- Santinha, G. (2014). O princípio de coesão territorial enquanto novo paradigma de desenvolvimento na formulação de políticas públicas: (re)construindo ideias dominantes. *Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales (EURE)*, 40(119), 75-97.
- Stenner, A.J. (1994). Specific objectivity-local and general. *Rasch Measurement Transactions*, 8(3), 374.
- Stimson, R.J. (2016). Some Challenges for Regional Science Research”. En “New frontiers of regional and urban analysis. *Investigaciones Regionales - Journal of Regional Research*, 36, 11-34.
- Varela, E. (2015). Nuevos roles de los gobiernos locales en la implementación de políticas públicas. Gobernabilidad territorial y competitividad global. *Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales (EURE)*, 41(123), 211-237.



## Efecto del incumplimiento de la hipótesis de normalidad en los gráficos de control de la media

MOYA FERNÁNDEZ, PABLO

Universidad de Granada

Correo electrónico: [pjmoyafernandez@ugr.es](mailto:pjmoyafernandez@ugr.es)

ÁLVAREZ-VERDEJO, ENCARNACIÓN

Universidad de Granada

Correo electrónico: [encarniav@ugr.es](mailto:encarniav@ugr.es)

BLANCO-ENCOMIENDA, FRANCISCO JAVIER

Universidad de Granada

Correo electrónico: [jble@ugr.es](mailto:jble@ugr.es)

### RESUMEN

Los gráficos de control son ampliamente usados para monitorizar la calidad de procesos industriales. Tradicionalmente se asume que la variable aleatoria que representa la característica de calidad se distribuye de forma normal y los límites de control se definen de forma que la probabilidad de obtener una falsa alarma es 0.0027. Sin embargo, en la práctica la característica de calidad podría seguir otra distribución y este hecho podría afectar a la eficiencia del gráfico de control.

En el presente trabajo se realiza un estudio de simulación Monte Carlo con el objetivo de evaluar empíricamente el impacto del incumplimiento del supuesto de normalidad en el gráfico de control para la media. Se consideran distintas distribuciones probabilísticas para analizar diferentes grados de incumplimiento. Adicionalmente, se han considerado situaciones en los que el proceso está bajo control y fuera de control.

Los resultados sugieren que los gráficos de control son una herramienta efectiva cuando la distribución de la característica de calidad tiene una leve asimetría. Sin embargo, para obtener una efectividad similar a la obtenida bajo normalidad es necesario aumentar levemente el número de muestras o el tamaño de las mismas. En el caso de que la característica de calidad siga una distribución con un grado de asimetría mayor es necesario aumentar los tamaños muestrales para obtener resultados aceptables. Por último, no es recomendable utilizar los gráficos de control en situaciones extremas de falta de normalidad.

**Palabras clave:** control estadístico de procesos, simulación Monte Carlo, longitud media de las rachas, error tipo I, monitorizar.

**Clasificación JEL:** M11.

**MSC2010:** 62P30.



## Effect of non-compliance with the normality hypothesis on the mean control charts

### ABSTRACT

Control charts are widely used to monitor the quality of industrial processes. It is quite common to assume that the random variable associated to the quality characteristic has a Normal distribution, and the control limits are defined so that the probability of obtaining a false alarm is 0.0027. However, the quality characteristic could follow a different distribution in practice, and this fact could have an impact on the efficiency of the control chart.

In this paper, a Monte Carlo simulation study is carried out to evaluate empirically the impact of the lack of the normality assumption on the control chart for the mean. Different probabilistic distributions are considered. In addition, under control and out of control processes are considered.

The results derived from the simulation study suggest that control charts are an effective tool when the distribution of the quality characteristic is slightly asymmetric. However, a large number of samples or larger sample sizes are required to obtain similar results to the case of symmetric distributions. In the case of asymmetric distributions, it is necessary to increase the sample sizes to obtain acceptable results. Finally, control charts are not recommended under evident cases of non-normality.

**Keywords:** statistical process control, Monte Carlo simulation, average run length, type I error, monitor.

**JEL classification:** M11.

**MSC2010:** 62P30.



## 1. Introducción.

En la fase de producción o fabricación de un producto pueden surgir distintas fuentes de variabilidad que pueden alterar la calidad del producto. Esta variabilidad se puede clasificar en: (i) variabilidad debida a causas fortuitas y (ii) variabilidad debida a causas asignables. El objetivo principal del control estadístico de procesos es la reducción de la variabilidad debida a causas asignables. Puede considerarse que los gráficos de control, desarrollados por Shewhart (1931), son una de las técnicas cuantitativas más simples y efectivas que puede reducir al mínimo la variabilidad de un proceso.

Los gráficos de control se utilizan para detectar cambios en un proceso de fabricación, evaluar los parámetros del proceso, así como una aproximación de su capacidad o rendimiento para producir productos de acuerdo a las especificaciones establecidas.

Los gráficos de control de la media son los que controlan el valor medio del proceso, es decir, permiten determinar si la media de una determinada característica de calidad y en determinado artículo se encuentra o no dentro de los límites de control fijados de antemano. La metodología general para la obtención de un gráfico de control de la media se expone a continuación.

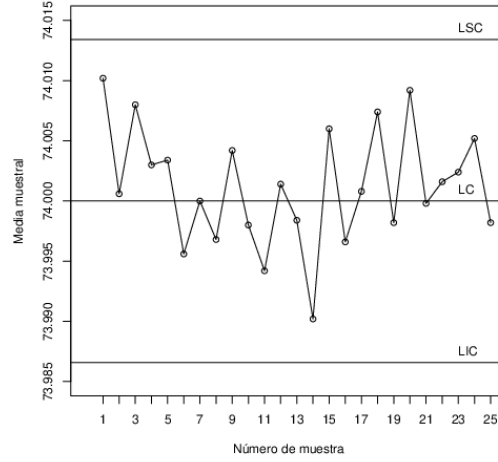
Supongamos que la característica de la calidad estudiada tiene distribución Normal, es decir,  $x \rightarrow N(\mu, \sigma)$ , donde  $\mu$  es la media del proceso y  $\sigma$  es la desviación típica del mismo. En líneas generales, los gráficos de control se obtienen seleccionando distintas muestras y representando en dicho gráfico el valor de un determinado estadístico. El estadístico que se representa depende del parámetro del proceso que se controla. Por ejemplo, la media del proceso se puede controlar mediante el gráfico de control de la media, en el que se representan las medias muestrales:

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij}$$

obtenidas a partir de muestras de tamaño constante  $n$  y tomadas secuencialmente, donde  $x_{ij}$  denota el valor de la característica de la calidad para el producto  $j$ -ésimo en la muestra  $i$ -ésima.

Los gráficos de control constan de una línea central y dos límites de control situados a  $k$  desviaciones típicas de la línea central, que permiten determinar si el proceso se encuentra bajo control o fuera de control; así, el proceso estará bajo control si el valor del estadístico se encuentra entre los límites de control y se encontrará fuera de control en otro caso. Que el proceso se encuentre fuera de control significa que en dicho proceso existen causas asignables, tales como errores de los empleados presentes en la producción que impiden que los productos que se están produciendo cumplan con las especificaciones fijadas. En el lado opuesto, que el proceso esté bajo control indica que los productos, en su mayoría, sí cumplen con las especificaciones establecidas, aunque pueden existir otras causas inevitables, debidas al azar, que pueden provocar pequeñas variaciones en la calidad de los productos. A modo de ejemplo, en la Figura 1 se presenta un gráfico de control para la media.

**Figura 1. Gráfico de control para la media asumiendo conocidos los parámetros  $\mu$  y  $\sigma$  de un proceso que se encuentra bajo control.**



Fuente: Datos reales tomados de la base de datos “pistonrings” incluidos en la librería “qcc” (Scrucca, 2004) del software estadístico R.

Cuando se conocen los parámetros  $\mu$  (media real del proceso) y  $\sigma$  (desviación típica real del proceso) los límites de control vienen dados por:

$$LIC = \mu - k \frac{\sigma}{\sqrt{n}}; LC = \mu; LSC = \mu + k \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

donde  $LIC$  es el denominado Límite Inferior de Control,  $LC$  es la denominada Línea Central y  $LSC$  es el Límite Superior de Control. Cabe decir que el criterio de  $k = 3$  es el que se considera habitualmente en la práctica (Abbas et al., 2011; Chen, 1997; Montgomery, 2009; Mitra, 2016). Se puede observar que los límites de control dependen de los parámetros  $\mu$  y  $\sigma$ , que se han asumido conocidos. Sin embargo, los parámetros del modelo son generalmente desconocidos y en tal caso es necesario estimarlos utilizando la información muestral (Saleh et al., 2015). Los límites de control se estiman mediante el uso de  $m$  muestras, con tamaño  $n$ , y tomadas cuando se cree que el proceso está bajo control. Las expresiones de los límites de control en el caso de parámetros desconocidos son:

$$\hat{L}IC = \bar{\bar{x}} - k \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}; \hat{L}C = \bar{\bar{x}}; \hat{L}SC = \bar{\bar{x}} + k \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}$$

donde  $\bar{\bar{x}}$  es un estimador del parámetro  $\mu$  definido como

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{x}_i \quad (3)$$

es decir,  $\bar{\bar{x}}$  es la media aritmética de las  $m$  medias muestrales. Por su parte,  $\hat{\sigma}$  es un estimador de  $\sigma$ . En la práctica, los métodos más conocidos y utilizados para estimar el parámetro  $\sigma$  son:

$$\hat{\sigma}_S = \frac{\bar{S}}{c_4[n]}; \hat{\sigma}_R = \frac{\bar{R}}{d_2[n]}; \hat{\sigma}_p = \frac{S_p}{c_4[1 + m(n-1)]} \quad (4)$$

donde  $\bar{S} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i$  es la media de las desviaciones típicas de las muestras, que se definen como

$$S_i = \left( \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 \right)^{1/2},$$

$\bar{R} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m R_i$  es el promedio de los rangos  $R_i = \max(x_{ij}) - \min(x_{ij})$  y

$$S_p = \left( \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i^2 \right)^{1/2}.$$

$c_4[\cdot]$  y  $d_2[\cdot]$  son constantes que dependen de los tamaños muestrales. En el anexo VI de Montgomery (2009) pueden consultarse tablas para estas constantes y para diversos valores de  $n$ . La elección del estimador a usar depende del tamaño de las sucesivas muestras que se toman para controlar la característica de calidad del proceso, es decir,  $n$ . Por ejemplo, Woodall y Montgomery (2000) desaconsejan el estimador  $\hat{\sigma}_R$  para muestras con tamaños  $n \geq 10$ ; sin embargo, este estimador tiene un buen comportamiento en muestras pequeñas ( $n \leq 6$ ).

Un supuesto básico de los gráficos de control es la hipótesis de normalidad en la variable que tiene un seguimiento de calidad. De hecho, los gráficos de control están basados en medias, por lo que para muestras elevadas se puede asumir normalidad teniendo en cuenta el Teorema Central del Límite. Sin embargo, en la práctica se consideran muestras pequeñas de tamaño en torno a 5 unidades. El objetivo principal de este trabajo es analizar el efecto de la falta o incumplimiento de la hipótesis de normalidad en el comportamiento del gráfico de control de la media. Estudios similares sobre la falta de normalidad han sido discutidos por varios autores (Chan et al., 1988; Schilling & Nelson, 1976; Yourstone & Zimmer, 1992), pero en ningún caso se ha llevado a cabo un análisis profundo de este problema mediante estudios de simulación Monte Carlo.

En este trabajo se asumen las distribuciones Normal, Gamma y Uniforme con el fin de comparar el comportamiento de los correspondientes gráficos de control de la media. La distribución Normal se considera puesto que es la hipótesis básica asumida en la mayoría de las aportaciones en los gráficos de control. La distribución Gamma es otra distribución continua muy conocida y utilizada que puede llegar a tener una importante asimetría hacia la derecha. Se consideran características de calidad con distintas varianzas con el objetivo de analizar distribuciones Gamma con distintos grados de asimetría. Por último, se considera la distribución Uniforme como un caso extremo ante la falta de normalidad con la pretensión de extraer conclusiones en cuanto al comportamiento de los gráficos de control de la media en esta situación extrema.

El resto del trabajo se estructura como sigue. En la Sección 2 se describe el estudio de simulación Monte Carlo llevado a cabo. En primer lugar, se definen las medidas empíricas que han sido utilizadas para analizar la eficiencia de los gráficos de control. A continuación, se describen de forma detallada los diferentes escenarios que se han considerado. Los resultados más relevantes derivados del estudio de simulación se muestran en la Sección 3. Por último, se exponen las principales conclusiones en la Sección 4.

## 2. Estudio del efecto del incumplimiento de normalidad mediante simulación Monte Carlo.

En líneas generales, el objetivo de un estudio de simulación Monte Carlo es evaluar el comportamiento de una determinada técnica de estimación o procedimiento estadístico mediante la valoración o comportamiento medio de dicho método cuando se replica o se pone a prueba en un número elevado de situaciones. Algunas referencias que evalúan el comportamiento de estimadores mediante simulación Monte Carlo son Rao et al. (1990), Silva y Skinner (1995) y Muñoz y Rueda (2009). Respecto a estudios

de simulación llevados a cabo en el contexto de los gráficos de control, destacamos las aportaciones de Li y Pu (2012) y Mahmoud et al. (2014).

## 2.1. Medidas empíricas para evaluar los gráficos de control.

Existen distintas medidas utilizadas para valorar el comportamiento de un gráfico de control (Chan et al., 1988; Chen, 1997; Mahmoud et al., 2014; Montgomery, 2009). En este trabajo se emplea la medida más utilizada y conocida para analizar el rendimiento de los gráficos de control: la longitud media de las rachas en un gráfico de control, que denotaremos como  $ARL$  (acrónimo de su denominación en la lengua inglesa: *Average Run Length*). La  $ARL$  indica el número medio de puntos que se trazan en un gráfico de control antes de que un punto se encuentre fuera de los límites de control (Abbas et al., 2011; Chen, 1997; Jensen et al., 2006, Jones et al., 2001). Cuando el proceso está en control, la  $ARL$  se puede definir como:

$$ARL = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{1 - P(LIC < \bar{x}_i < LSC)} \quad (5)$$

donde

$$\alpha = P(\text{rechazar } H_0 | H_0 \text{ es cierta}) = 1 - P(LIC < \bar{x}_i < LSC)$$

es la probabilidad de cometer un error de Tipo I asociado al siguiente test de hipótesis:

$$\begin{cases} H_0 : \text{El proceso está bajo control} \\ H_1 : \text{El proceso está fuera de control} \end{cases}$$

En el caso de límites de control seleccionados mediante el método USA (a una distancia de la línea media de 3 veces la desviación típica del estadístico) y cuando el proceso está bajo control, es conocido que  $\alpha = 0.0027$  y  $ARL = 370.4$ . Que  $\alpha = 0.0027$  indica que el 0.27% de los puntos que estén fuera de las líneas de control serán falsas alarmas y no tienen una causa asignable de variación. Por su parte,  $ARL = 370.4$  indica que en media, habrá un punto fuera de control de cada 370 muestras, aproximadamente.

Cuando la media o la desviación típica de proceso (o ambos parámetros al mismo tiempo) cambian o se desplazan respecto a los valores deseables ( $\mu$  y  $\sigma$ , respectivamente) se dice que el proceso está fuera de control. En este caso se dice que el proceso se desplaza y/o cambia a un estado con media  $\mu_0$  y desviación estándar  $\sigma_0$ . En esta situación de fuera de control la  $ARL$  se define como

$$ARL = \frac{1}{1 - \beta} = \frac{1}{1 - P(LIC < \bar{x}_i < LSC | \mu_0, \sigma_0)} \quad (6)$$

donde

$$\beta = P(\text{No rechazar } H_0 | H_0 \text{ es falsa}) = P(LIC < \bar{x}_i < LSC | \mu_0, \sigma_0)$$

es la probabilidad de cometer un error de Tipo II en el contraste de hipótesis anteriormente definido.

Basándonos en la definición de  $ARL$ , a continuación se plantean dos medidas empíricas para analizar el rendimiento o comportamiento de gráficos de control. Estas medidas se basan en el estudio de simulación Monte Carlo que se describe a continuación. En primer lugar, supongamos que el proceso está bajo control, es decir, la característica de calidad  $x$  tiene media  $\mu$  y desviación típica  $\sigma$ . En cada

iteración del estudio de simulación los límites de control se estiman (es la denominada fase I del gráfico de control) seleccionando  $m$  muestras con tamaño  $n$  a partir de la correspondiente distribución con media  $\mu$  y desviación típica  $\sigma$ . Una vez estimados y fijados los límites de control, en la fase II se seleccionan  $D_{II}$  muestras con tamaño  $n$  y con la misma distribución que la utilizada en la fase I, es decir, también se asume que el proceso está bajo control en la fase II. En esta segunda fase se estudia el número de muestras que quedan fuera de los límites de control estimados en la fase I. Este proceso se repite  $D_I$  veces.

Asumiendo que los parámetros  $\mu$  y  $\sigma$  son desconocidos, la primera medida empírica ( $ARL_1$ ) está directamente relacionada con la definición de  $ARL$  dada por las ecuaciones (5) y (6). Sea  $B_{ij}$  la variable que denota si la  $j$ -ésima muestra, con  $j = 1, \dots, D_{II}$ , en la  $i$ -ésima iteración, con  $i = 1, \dots, D_I$ , se encuentra o no entre los límites de control, es decir,  $B_{ij} = 1$  si  $L\hat{I}C_i < \bar{x}_j < L\hat{S}C_i$ , y en caso contrario  $B_{ij} = 0$ . Siguiendo la definición de  $ARL$  dada por las ecuaciones (5) y (6) se define la medida empírica:

$$ARL_1 = \frac{1}{1 - E[B]} \quad (7)$$

donde  $E[B]$  es el número medio de muestras que están bajo control, y cuya definición viene dada por:

$$E[B] = \frac{1}{D_I} \sum_{i=1}^{D_I} E[B_i] = \frac{1}{D_I} \sum_{i=1}^{D_I} \frac{1}{D_{II}} \sum_{j=1}^{D_{II}} B_{ij} = \frac{1}{D_I D_{II}} \sum_{i=1}^{D_I} \sum_{j=1}^{D_{II}} B_{ij}$$

La segunda medida se define como la longitud media empírica de las rachas observadas en el estudio de simulación Monte Carlo. Matemáticamente esta expresión viene dada por:

$$ARL_2 = \frac{1}{D_I} \sum_{i=1}^{D_I} \frac{1}{r_i} \sum_{j=1}^{r_i} L_{ij} = \frac{1}{D_I} \sum_{i=1}^{D_I} \frac{1}{r_i} D_{II} = \frac{D_{II}}{D_I} \sum_{i=1}^{D_I} \frac{1}{r_i} \quad (8)$$

donde  $r_i$  es el número de rachas en la  $i$ -ésima iteración y  $L_{ij}$  es la longitud de la  $j$ -ésima racha en la  $i$ -ésima iteración. Una racha se define como el número de puntos que trazan en el gráfico de control antes de que un punto caiga fuera de los límites de control.

Asumiendo que el proceso está bajo control, las medidas empíricas  $ARL_1$  y  $ARL_2$  anteriormente definidas deberían estar próximas a 370.4, el valor teórico de la medida  $ARL$  definida en la ecuación (5).

En el caso de que el proceso se encuentre fuera de control, las muestras de la fase II se generan a partir de la correspondiente distribución, pero con media  $\mu_0$  y desviación típica  $\sigma_0$ . En esta situación las medidas  $ARL_1$  y  $ARL_2$  se definen de manera similar.

## 2.2. Descripción de las situaciones que se analizan.

En la sección anterior se ha detallado el estudio de simulación Monte Carlo que se ha llevado a cabo en este trabajo. Son varias las situaciones que se pretenden analizar. El objetivo de esta sección es describir los distintos escenarios que se van a estudiar mediante simulación en este trabajo.

En primer lugar, recordamos que es común considerar, tanto en la literatura como en la práctica, que la característica de calidad  $x$  tiene distribución Normal. En este trabajo se asume, como es razonable, que  $x$  sigue una distribución Normal. Por tanto, generaremos valores de una distribución

Normal con media 10, lo que simulará que la media del proceso es  $\mu = 10$ , mientras que los valores considerados para la desviación típica del proceso serán  $\sigma = \{1, 3\}$ .

Por otro lado, se utilizará la distribución Gamma para el análisis del incumplimiento de la hipótesis de normalidad en los gráficos del control de la media. Con el fin de crear situaciones comparables en una mayor medida con la distribución Normal, se generan datos a partir de distribuciones Gamma con la misma media y mismos valores de la desviación típica que en el caso de la distribución Normal. En particular, se utilizan los parámetros de la distribución Gamma  $\alpha = 100$  y  $\theta = 0.1$  para generar valores con media 10 y desviación típica 1, y parámetros  $\alpha = 100/9$  y  $\theta = 0.9$  para generar valores con media 10 y desviación típica 3. Cabe recordar que la media y varianza de la distribución Gamma son  $a\theta$  y  $a\theta^2$  respectivamente.

Como un caso extremo ante la falta de normalidad utilizaremos la distribución Uniforme. Para este trabajo se han generado valores mediante una distribución Uniforme dentro del intervalo (8.268, 11.732), que se han seleccionado con el fin de obtener, de nuevo, una distribución con media 10 y desviación típica 1. Cabe recordar que la media y varianza de la distribución Uniforme son  $a + b/2$  y  $(b - a)^2/12$ , respectivamente.

Tal y como se ha descrito en la sección anterior, el estudio de simulación está basado en  $D_I$  réplicas donde se obtienen límites de control y en cada una de estas réplicas se extraen  $D_{II}$  muestras. En este estudio de simulación se considera  $D_I = D_{II} = 1000$ . Los límites de control se obtienen a partir de  $m$  muestras, considerando que  $m = \{10, 20, 30, 50, 100, 200, 500, 1000\}$ . Por su parte, las muestras se seleccionan con tamaño  $n$ , donde  $n$  se toma con valores desde 3 hasta 25. En la práctica es común considerar valores de  $m$  entre 20 y 30 y valores de  $n$  de al menos 5 unidades.

Para finalizar, cabe destacar que el estudio de simulación se ha llevado a cabo tanto para el caso en el que el proceso está bajo control como cuando tal proceso se encuentra fuera de control. Cuando el proceso está bajo control ya se ha comentado que las distintas muestras se generan a partir de distribuciones con media  $\mu$  y desviación típica  $\sigma$ . En este trabajo también se analiza el incumplimiento de la hipótesis de normalidad cuando el proceso se encuentra fuera de control en la fase II. Los casos en los que se asume que el proceso se encuentra fuera de control son: (i) la media del proceso ha sufrido un cambio, (ii) la desviación típica del proceso ha sufrido un cambio y (iii) ambos parámetros del proceso han sufrido conjuntamente un cambio. En particular, es común considerar que este cambio viene dado para la media por  $\mu_0 = \mu + a\sigma$ , mientras que el cambio en la desviación típica viene dado por  $\sigma_0 = b\sigma$ , donde  $a$  y  $b$  son constantes. Podemos observar que el proceso estará bajo control cuando  $a = 0$  y  $b = 1$ . El proceso sufrirá un cambio en la media cuando  $a \neq 0$  y  $b = 1$ , mientras que el proceso tendrá un cambio en la varianza o desviación típica cuando  $a = 0$  y  $b \neq 1$ . El proceso sufrirá un cambio en ambos parámetros en el resto de casos. En la Tabla 1 se resumen todos los casos analizados en este estudio de simulación respecto al estado del proceso.

**Tabla 1. Diferentes valores para las constantes a y b y situación en la que se encuentra el proceso en cada caso.**

	b		
a	1.0	1.2	1.4
0.0	Bajo control	Cambio en la varianza	Cambio en la varianza
0.3	Cambio en la media	Cambio en ambos parámetros	Cambio en ambos parámetros
0.6	Cambio en la media	Cambio en ambos parámetros	Cambio en ambos parámetros

Fuente: Elaboración propia.

En todos los escenarios descritos asumiremos que los parámetros del proceso son desconocidos y, por esta razón, se recurre a la fase I para la estimación de tales parámetros. Como estimador de la media del proceso  $\mu$  utilizaremos el estimador  $\bar{x}$  definido en la ecuación (3). Por su parte, como estimador de la desviación típica del proceso  $\sigma$  es común considerar los rangos muestrales, por lo que utilizaremos  $\hat{\sigma}_R$ , definido en la ecuación (4) como estimador del parámetro  $\sigma$ . En cualquier caso, cabe destacar que las conclusiones no difieren en gran medida si en lugar de considerar este estimador se utiliza cualquiera de los estimadores definidos en la ecuación (4).

### 3. Resultados.

En esta sección se muestran los resultados más relevantes derivados del estudio de simulación. Se distinguen los resultados obtenidos cuando el proceso está bajo control y cuando el proceso está fuera de control en la fase II. Recordamos que en ambos casos suponemos que el proceso está bajo control en la fase I, en la que se estiman los límites de control.

#### 3.1. Resultados empíricos cuando el proceso está bajo control.

En las Figuras 2, 3, 4 y 5 se analiza la evolución del comportamiento de los distintos gráficos de control en términos de las medidas empíricas  $ARL_1$  y  $ARL_2$  y en las distintas situaciones descritas con anterioridad. Cabe recordar que los valores de  $ARL_1$  y  $ARL_2$  deberían estar próximos a 370.4, que es el valor teórico de la medida  $ARL$  definida por la ecuación (5). En términos generales, observamos que la medida  $ARL_1$  se acerca más a 370.4 que la medida  $ARL_2$  a medida que aumentamos el tamaño de las muestras, lo que es razonable. Este hecho hace pensar que la medida  $ARL_1$  puede ser mejor opción que  $ARL_2$  para evaluar el comportamiento de los gráficos de control.

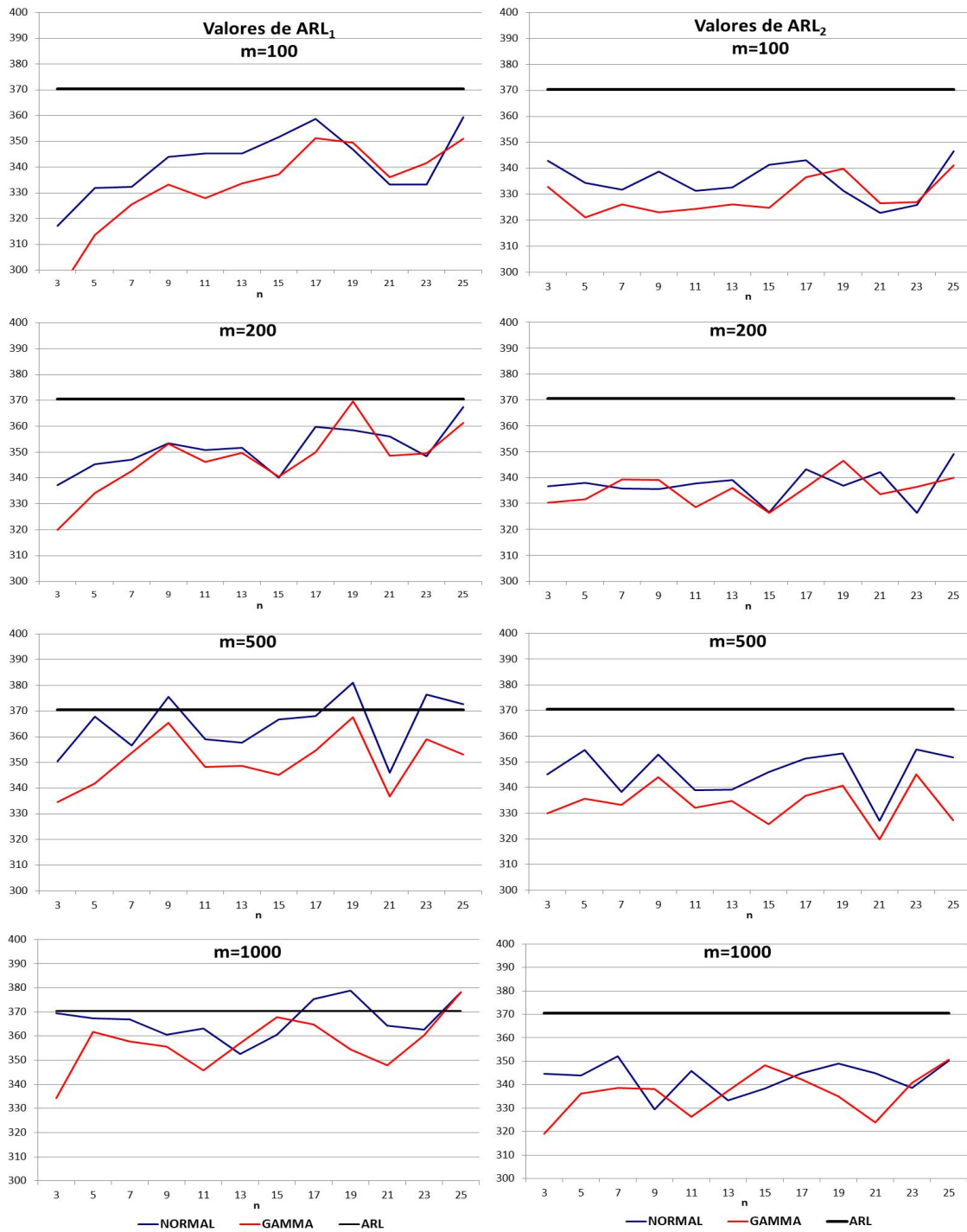
Como era de esperar, la distribución Uniforme destaca por obtener resultados alejados del valor teórico  $ARL = 370.4$ . Por tanto, es de esperar que para el caso de distribuciones con una evidente falta de normalidad, como es el caso de la distribución Uniforme, el gráfico de control basado en la hipótesis de normalidad no sea una herramienta óptima para controlar la característica de calidad.

Con el fin de analizar mejor las diferencias existentes entre datos generados de una distribución Normal y datos generados de una distribución Gamma, se presentan las Figuras 2 y 3, en las que se eliminan los resultados obtenidos de la distribución Uniforme. En las Figuras 2 y 3 se considera el caso  $\sigma = 1$ . Para valores pequeños de  $m$  (Figura 2 con  $m \leq 50$ ) se puede observar que los gráficos de control aplicados sobre distintas poblaciones tienen un comportamiento muy similar. Sin embargo, a medida que aumentamos el valor de  $m$  (Figura 3) los valores obtenidos a partir de la distribución Gamma son, en general, ligeramente peores en comparación con los datos generados a partir de la distribución Normal, es decir, asumiendo normalidad se obtienen valores más próximos a 370.4, aunque la diferencia no es relevante.

Es posible que la escasa diferencia entre los resultados derivados de las distribuciones Normal y Gamma se deba a que la distribución Gamma considerada no tenga demasiada asimetría ( $\sigma = 1$ ). Sin embargo, cuando aumentamos el grado de asimetría (Figura 4 con  $\sigma = 3$ ) se aprecia que los datos procedentes de una distribución Normal tienen un comportamiento considerablemente mejor en comparación con los datos procedentes de la distribución Gamma. Esta propiedad se pone de manifiesto para las dos medidas empíricas y para todos los tamaños muestrales considerados.



Figura 2. Valores de  $ARL_1$  y  $ARL_2$  con datos generados de las distribuciones Normal y Gamma.



Se considera  $\sigma = 1$  y valores de  $m$  entre 10 y 50. La línea continua negra representa el valor teórico de  $ARL = 370.4$ .

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Valores de  $ARL_1$  y  $ARL_2$  con datos generados de las distribuciones Normal y Gamma.

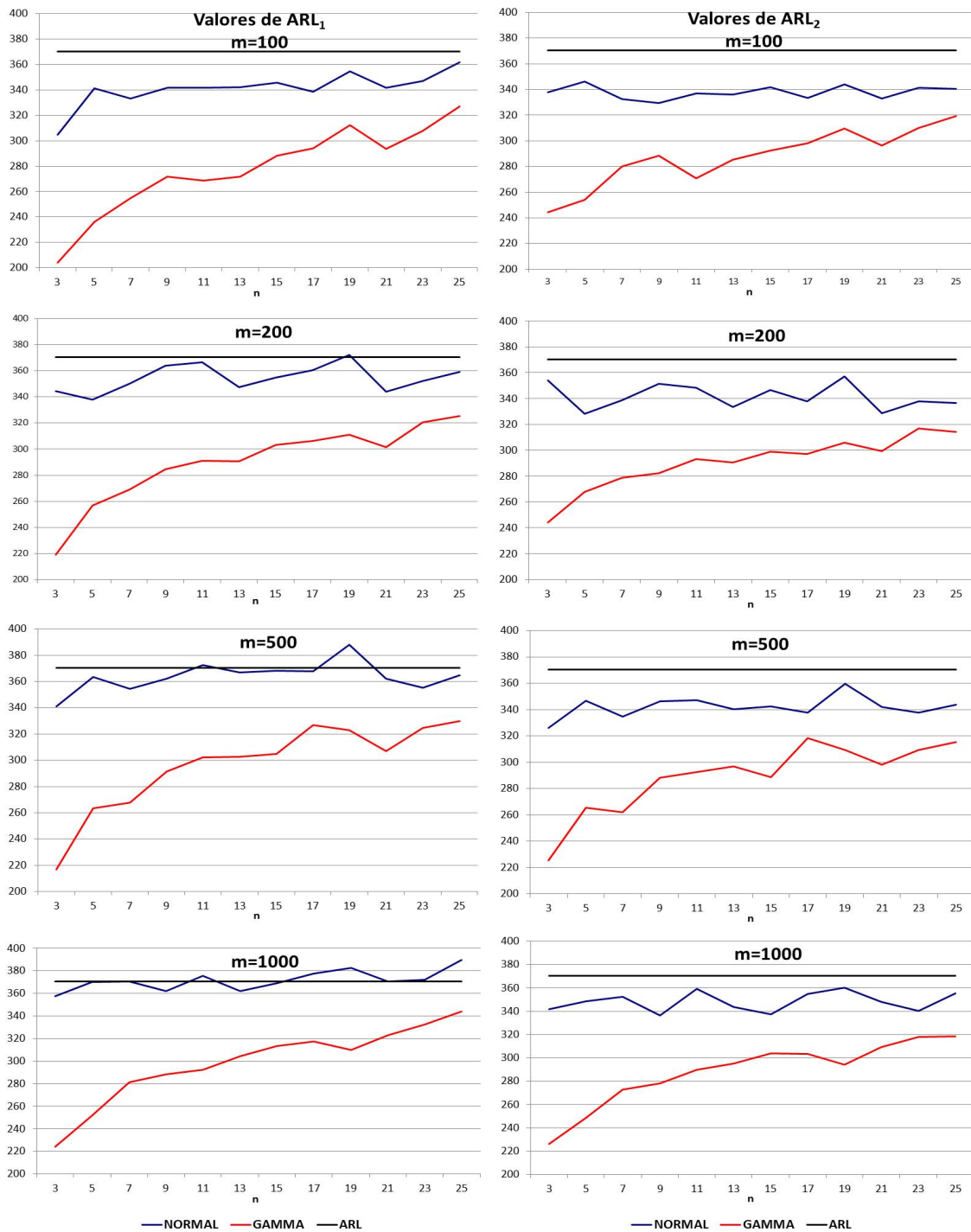


Se considera  $\sigma=3$  y valores de  $m$  entre 10 y 50. La línea continua negra representa el valor teórico de  $ARL=370.4$ .  
Fuente: Elaboración propia.

Aunque era razonable que la distribución Normal tuviese un mejor comportamiento que la distribución Gamma, este estudio de simulación también puede servir de ayuda para ver bajo qué condiciones el comportamiento asumiendo la distribución Gamma puede ser similar al observado bajo normalidad. Por ejemplo, si en la Figura 4 nos centramos en el caso con  $m=30$  y  $n=5$  podemos observar que el valor empírico de la medida  $ARL_1$  se sitúa en torno al valor 270. La pregunta que nos podemos hacer en esta situación es qué valores de  $m$  y  $n$  se necesitarían para alcanzar un nivel similar

de comportamiento en los datos generados a partir de la distribución Gamma. De este modo, si mantenemos fijo el valor de  $m$  ( $m = 30$ ) observamos que se necesitarían muestras con un tamaño mínimo de  $n = 25$  para que los datos generados a partir de la distribución Gamma tuviesen un comportamiento similar, en términos de  $ARL_1$ , al de los datos de la distribución Normal cuando  $m = 30$  y  $n = 5$ . Si optamos por fijar  $n$  ( $n = 5$ ) para ambas poblaciones se observa a partir de la Figura 5 que se necesitaría un valor de  $m$  mayor de 500 para alcanzar un valor de  $ARL_1$  en torno a 270.

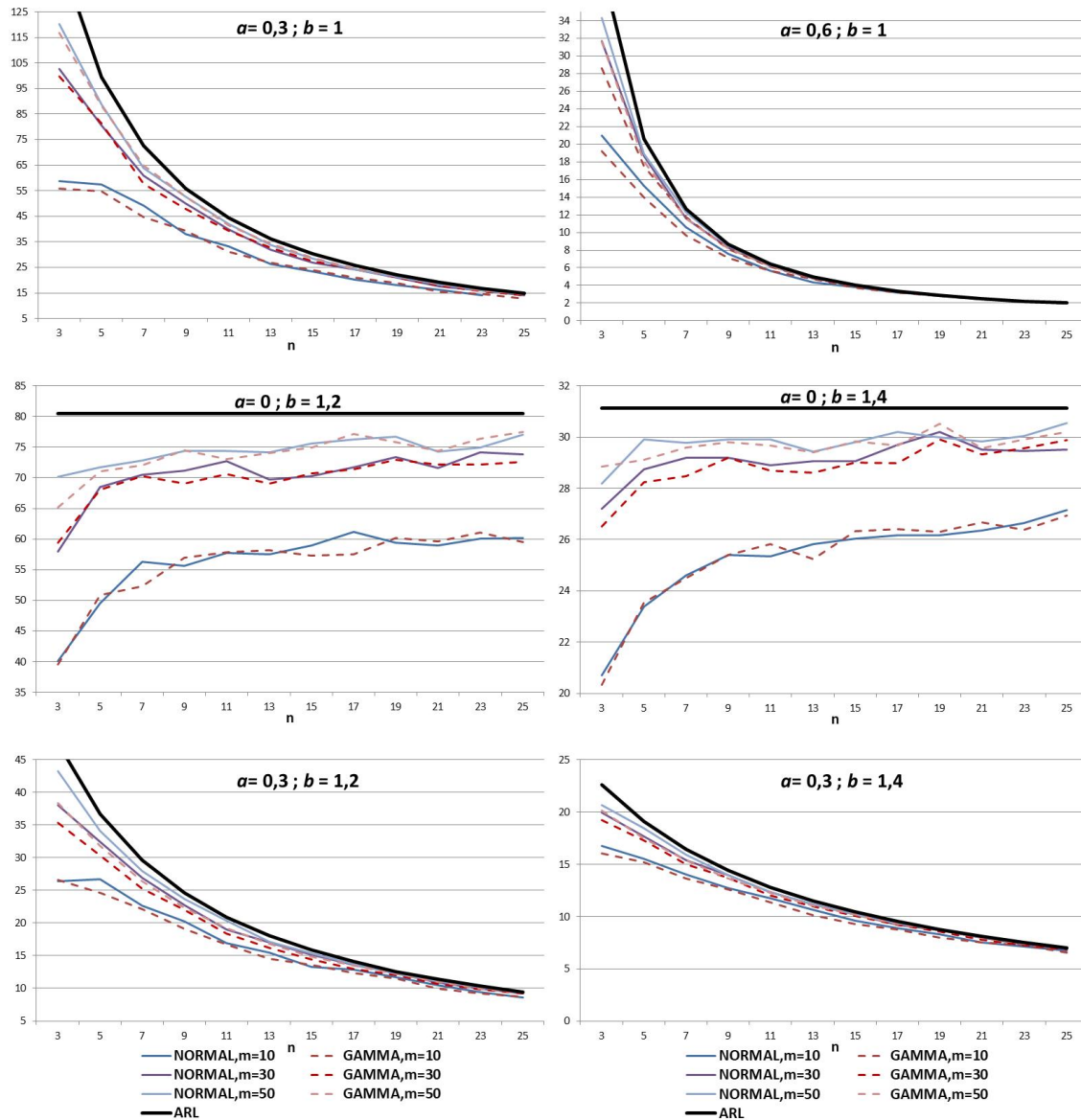
**Figura 4. Valores de  $ARL_1$  y  $ARL_2$  con datos generados de las distribuciones Normal y Gamma.**



Se considera  $\sigma=3$  y valores de  $m$  entre 100 y 1000. La línea continua negra representa el valor teórico de  $ARL=370.4$ .

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5. Valores de  $ARL_1$  con datos generados de las distribuciones Normal y Gamma cuando  $\sigma=1$ .**



El proceso ha sufrido un cambio tanto en la media como en la desviación típica.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Resultados empíricos cuando el proceso está fuera de control.

Ahora analizamos el rendimiento de los gráficos de control cuando el proceso está fuera de control. Cabe recordar que la Tabla 1 resume los diferentes escenarios que analizamos en este estudio.

Cuando el proceso está fuera de control se puede ver fácilmente que el valor del error tipo II,  $\beta$ , se puede expresar como:

$$\beta = \phi\left(\frac{3 - a\sqrt{n}}{b}\right) - \phi\left(\frac{-3 - a\sqrt{n}}{b}\right)$$

y, por tanto, el valor teórico de  $ARL$  definido en la expresión (6) se puede obtener fácilmente.  $\phi(\cdot)$  denota la función de distribución de una variable aleatoria  $N(0,1)$ .

En la Figura 6 se muestran los principales resultados. Por razones de claridad en los gráficos se ha utilizado únicamente la medida empírica  $ARL_1$ , puesto que es la que da una mejor aproximación. Además, solo se consideran los tamaños muestrales  $m = \{10, 30, 50\}$  puesto que son los más comunes en la práctica. La distribución Uniforme no está incluida en la Figura 6 porque tiene un comportamiento muy extremo, distorsionando las figuras y dificultando su análisis.

Cuando el proceso tiene un cambio en la media ( $a \neq 0$  y  $b = 1$ ) y en la media y la desviación típica ( $a \neq 0$  y  $b \neq 1$ ) se observa que la medida empírica  $ARL_1$  está más cerca del valor teórico de  $ARL$  a medida que los valores de  $m$  y  $n$  van aumentando. Por último, cuando el proceso tiene un cambio en la desviación típica ( $a = 0$  y  $b \neq 1$ ) hay una mejora en el comportamiento de los gráficos de control a medida que aumenta  $m$ . En todos los casos se observa que los gráficos de control basados en normalidad son ligeramente mejores que los gráficos de control basados en la distribución Gamma.

#### 4. Conclusiones.

Los gráficos de control de la media (denominados internacionalmente como  $\bar{X}$  charts) son una herramienta muy común para controlar la calidad de los procesos de fabricación. En la práctica la media real del proceso ( $\mu$ ) y la desviación típica real del proceso ( $\sigma$ ) son desconocidas. Por este motivo tenemos que estimarlas a partir de las expresiones dadas en las ecuaciones (3) y (4). Estas estimaciones se utilizan para obtener los límites de control del gráfico de control de la media, que están definidos en la ecuación (2). Cabe recordar que se obtienen límites de control a una distancia de la media de  $\pm 3\sigma$ , lo que implica que el 99,73% de los puntos deberían estar entre los límites de control. El 0,27% restante son puntos que indicarían falsas alarmas, es decir, no tienen una causa asignable de variación porque es debida al azar. Por último, el valor teórico de  $ARL$  en esta situación es 370.4, es decir, en media debería situarse un punto fuera de control cada 370 muestras, aproximadamente.

El supuesto de normalidad en los gráficos de control significa que la función de densidad de la característica de calidad  $x$  tiene que ser normal. Sin embargo, esta hipótesis puede no darse debido a la naturaleza del proceso, como por ejemplo procesos químicos, que a menudo son sesgados.

El principal objetivo de este trabajo es analizar, mediante la técnica de simulación Monte Carlo, el efecto del incumplimiento de la hipótesis de normalidad en los gráficos de control de la media, ya que la falta de normalidad puede reducir la capacidad de que el gráfico de control de la media detecte cambios debidos a causas asignables.

En este trabajo se definen las medidas empíricas  $ARL_1$  y  $ARL_2$ , que se basan en la definición teórica de  $ARL$ . Con la simulación Monte Carlo se estudia el rendimiento de los gráficos dependiendo de la distribución que presente nuestro proceso. En términos generales, la simulación Monte Carlo indica que el rendimiento de los gráficos de control de la media es mejor con los valores obtenidos con la medida empírica  $ARL_1$  y a medida que aumenta el número de muestras ( $m$ ) y el tamaño de muestra ( $n$ ). Hay que destacar que para situaciones en las que la característica de la calidad tenga una distribución Uniforme no se aconseja usar estos gráficos basados en normalidad, ya que se obtendrían resultados muy poco fiables. Sin embargo, para distribuciones con leves asimetrías obtenemos evidencias de que los gráficos de control de la media son una herramienta que se podría utilizar para controlar la media del proceso. Habría que aumentar levemente los tamaños muestrales de  $n$  o de  $m$  para

alcanzar un nivel de *ARL* similar al obtenido bajo normalidad. Para distribuciones un poco más asimétricas el comportamiento de los gráficos de control es aceptable, aunque evidentemente son necesarias muestras con tamaños más elevados para alcanzar buenos niveles de *ARL*. Las figuras presentadas en este trabajo pueden ayudar a realizar este tipo de comparaciones. Por último, cabe destacar que los distintos estudios de simulación se han realizado tanto en el caso de que el proceso se encuentre bajo control en la fase II como en una situación de fuera de control.

## Financiación

Esta investigación ha sido parcialmente apoyada por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, la Agencia Estatal de Investigación (ASI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) (referencia del proyecto ECO2017-86822-R).

## Referencias

- Abbas, N., Riaz, M., & Does, R.J. (2011). Enhancing the performance of EWMA charts. *Quality and Reliability Engineering International*, 27(6), 821-833.
- Chan, L.K., Hapuarachchi, K.P., & Macpherson, B.D. (1988). Robustness of  $\bar{X}$  and *R* charts. *IEEE Transactions on reliability*, 37(1), 117-123.
- Chen, G. (1997). The mean and standard deviation of the run length distribution of *X* charts when control limits are estimated. *Statistica Sinica*, 7(3), 789-798.
- Jensen, W.A., Jones-Farmer, L.A., Champ, C.W., & Woodall, W.H. (2006). Effects of parameter estimation on control chart properties: A literature review. *Journal of Quality Technology*, 38(4), 349-364.
- Jones, L.A., Champ, C.W., & Rigdon, S.E. (2001). The performance of exponentially weighted moving average charts with estimated parameters. *Technometrics*, 43(2), 156-167.
- Li, Y., & Pu, X. (2012). On the performance of two-sided control charts for short production runs. *Quality and Reliability Engineering International*, 28(2), 215-232.
- Mahmoud, M.A., Saleh, N.A., & Madbully, D.F. (2014). Phase I analysis of individual observations with missing data. *Quality and Reliability Engineering International*, 30(4), 559-569.
- Mitra, A. (2016). *Fundamentals of quality control and improvement*. Hoboken, N.J.: Wiley.
- Montgomery, D.C. (2009). *Statistical quality control* (6<sup>th</sup> ed.). New York: Wiley.
- Muñoz, J.F., & Rueda, M. (2009). New imputation methods for missing data using quantiles. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 232(2), 305-317.
- Rao, J.N.K., Kovar, J.G., & Mantel, H.J. (1990). On estimating distribution functions and quantiles from survey data using auxiliary information. *Biometrika*, 77(2), 365-375.
- Saleh, N.A., Mahmoud, M.A., Keefe, M.J., & Woodall, W.H. (2015). The difficulty in designing Shewhart *X* and *X* control charts with estimated parameters. *Journal of Quality Technology*, 47(2), 127-138.

- Schilling, E.G., & Nelson, P.R. (1976). The effect of non-normality on the control limits of X charts. *Journal of Quality Technology*, 8(4), 183-188.
- Scrucca, L. (2004). qcc: An R package for quality control charting and statistical process control. *R News*, 4(1), 11-17.
- Shewhart, W.A. (1931). *Economic control of quality of manufactured product*. New York: Van Nostrand.
- Silva, P.N., & Skinner, C.J. (1995). Estimating distribution functions with auxiliary information using poststratification. *Journal of Official Statistics*, 11(3), 277-294.
- Woodall, W.H., & Montgomery, D.C. (2000). Using ranges to estimate variability. *Quality Engineering*, 13(2), 211-217.
- Yourstone, S. A., & Zimmer, W. J. (1992). Non-normality and the design of control charts for averages. *Decision Sciences*, 23(5), 1099-1113.



## Un modelo hedónico para los alquileres turísticos en la ciudad de Sevilla

SOLANO SÁNCHEZ, MIGUEL ÁNGEL

Universidad de Córdoba

Correo electrónico: [d42sosam@uco.es](mailto:d42sosam@uco.es)

NÚÑEZ TABALES, JULIA M.

Universidad de Córdoba

Correo electrónico: [es2nutaj@uco.es](mailto:es2nutaj@uco.es)

CARIDAD Y OCERIN, JOSÉ M.

Universidad de Córdoba

Correo electrónico: [ccjm@uco.es](mailto:ccjm@uco.es)

### RESUMEN

El auge de los nuevos tipos de alojamiento denominados alquileres turísticos (apartamentos turísticos y viviendas con fines turísticos) experimentado en los últimos años a nivel mundial, gracias a la expansión de Internet y las redes P2P, despierta el interés por el análisis de estas nuevas fórmulas de estancia. El objetivo de este estudio es la elaboración de un modelo a través del método de precios hedónicos (MPH) que establezca cuáles son las variables fundamentales en la determinación del valor diario de la estancia en alquileres turísticos. Dicha metodología, ha sido ampliamente usada en valoración inmobiliaria y determinación del precio en alojamientos turísticos (mayoritariamente hoteles), aunque se encuentran pocos trabajos en lo que respecta a su uso para valoración de alquileres turísticos. A partir de los datos recogidos sobre Sevilla -la mayor ciudad del sur de España- se obtiene un modelo econométrico para valoración de alquileres turísticos en el que destacan como principales variables explicativas del mismo la ubicación del inmueble, el tamaño, el equipamiento, así como el momento del tiempo en que es tomado el precio. Los resultados del presente estudio pueden resultar de interés tanto a propietarios como a potenciales clientes de alquileres turísticos, para conocer si el precio de la estancia está en concordancia con lo que normalmente ofrecería el mercado en esas circunstancias.

**Palabras clave:** alquileres turísticos, apartamentos turísticos, viviendas con fines turísticos, método de precios hedónicos, Sevilla.

**Clasificación JEL:** C51; C52.

**MSC2010:** 62P20.



## A hedonic model for the vacation rentals in the city of Seville

### ABSTRACT

The boost of the accommodation type called vacation rentals (tourist apartments and dwellings) experienced worldwide in recent years thanks to the rise of the Internet and P2P networks arouses interest in the analysis of these new stay formulas. The aim of this research is the elaboration of an econometric model through hedonic pricing method (HPM) which establishes the fundamental variables in the determination of the daily rate in vacation rentals. This methodology, has been largely used in real estate valuation and price determination in tourist accommodation (mostly hotels), although scarcely regarding vacation rentals valuation. Through the data collected from Seville - the largest city in southern Spain- an econometric model for valuation of vacation rentals is obtained in which stand out as main explanatory variables the location of the property, size, amenities, as well as the time period which the price is taken. The results of the present study could interest both owners and potential clients of vacation rentals, in order to know if the daily rate is in accordance with what would normally offer the market under those circumstances.

**Keywords:** vacation rentals, touristic apartments, touristic dwellings, hedonic pricing method, Seville.

**JEL classification:** C51; C52.

**MSC2010:** 62P20.



## 1. Introducción.

Los últimos diez años han supuesto un absoluto cambio de paradigma en el sector de alojamientos turísticos a nivel mundial. Frente a los convencionales alojamientos turísticos -tales como hoteles-, surge una nueva modalidad denominada *alquileres turísticos*. Este tipo de alojamiento puede definirse como la cesión temporal mediante precio de inmuebles privados que se ofrecen durante un tiempo determinado con un fin de explotación turística (De la Encarnación, 2016).

Factores como el auge de Internet han permitido a las plataformas *peer-to-peer* (P2P) actuar como intermediarias y poner en común a millones de compradores y vendedores en el mundo (Gwin, 2004). En este caso particular, *webs P2P* como *Booking* o *Airbnb*, han reunido a potenciales clientes y propietarios de alquileres turísticos de forma masiva. Este hecho, unido a ciertas ventajas que dicho alojamiento turístico presenta frente a los alojamientos convencionales, tales como mejor relación calidad/precio, disponibilidad de cocina y mayor privacidad (Statista, 2016), son las causas de su expansión como fenómeno global.

Por consiguiente, resulta de interés tratar de determinar los factores que permiten explicar el precio de estos nuevos tipos de alojamientos. Para ello, se seguirá el método de precios hedónicos (MPH), ya que se encuentra abundante literatura referida al uso de dicha metodología como sistema de valoración y predicción del precio de la estancia con respecto a alojamientos convencionales (establecimientos hoteleros, principalmente). El MPH considera el valorar un bien que está formado por distintos atributos o características que son inseparables; es decir, que deben valorarse en su conjunto (Rosen, 1974). Los modelos econométricos se han usado para este fin en diversos contextos, siendo la valoración de pisos y casas un ejemplo clásico. Sin embargo, la bibliografía existente en sistemas de valoración para alquileres turísticos mediante esta metodología resulta bastante escasa. Hasta la fecha, no se encuentran estudios referidos a sistemas de valoración en alquileres turísticos mediante MPH que utilicen a *Booking* como principal fuente de datos. La elección de Sevilla como ámbito de estudio es debido a que esta urbe es la mayor ciudad del sur de España y ha experimentado un notable aumento de este tipo de alojamientos en los últimos años (véase Apartado 3).

El objetivo de este trabajo es, por tanto, la elaboración de un modelo MPH relevante, que refleje de una manera lo más ajustada posible qué variables influyen en la composición del precio de la estancia por día en alquileres turísticos. Para su elaboración, se seleccionan datos de una ciudad de especial significancia turística como Sevilla, obtenidos a partir de diversas fuentes, tales como el Registro Andaluz de Turismo (RTA), *Booking* y *Google Maps*, entre otras. El tratamiento de la información se realiza a través de los programas informáticos *IBM SPSS Statistics 25* y *EViews 10*.

Los alquileres turísticos objeto de estudio adoptan en Sevilla (mediante legislación autonómica andaluza, véase Apartado 3) la forma legal de apartamentos turísticos (AT) y viviendas con fines turísticos (VFT). Aunque ambos alojamientos consisten en inmuebles independientes, con las amenidades propias de una vivienda (como disponibilidad de cocina y cuarto baño propio), su diferencia principal reside en la modalidad de su registro: mientras que los AT son grupos de apartamentos (generalmente adosados unos a otros, aunque no necesariamente) que ocasionalmente disponen de zonas comunes (como recepción), las VFT se inscriben individualmente como unidades de alojamiento, pudiendo ofrecer la modalidad de estancia completa o por habitaciones. Si bien por la forma de explotación comercial (más empresarial) los AT guardan más similitudes con los alojamientos convencionales, habitualmente se engloban dentro de los alquileres turísticos (siendo la consideración efectuada a lo largo de este trabajo) por su gran parecido y su práctica equivalencia en comodidades ofrecidas al consumidor con las VFT (explotadas comercialmente a un nivel particular).

Con respecto a la estructura de este estudio, se presenta en primer lugar una revisión bibliográfica de investigaciones similares realizadas anteriormente (Apartado 2), para posteriormente dar paso a una concreción del ámbito de aplicación y objeto de estudio (Apartado 3), así como las variables inicialmente consideradas para la elaboración del modelo (Apartado 4). Finalmente, se muestran los

resultados obtenidos (Apartado 5), valorando la utilidad de lo logrado y exponiendo las conclusiones alcanzadas (Apartado 6).

## 2. Revisión bibliográfica.

La idea subyacente en el MPH (método de precios hedónicos), según Parker y Zilberman (1993) es que el precio de un bien está formado por un agregado del valor de una serie de características que influyen en éste. Estas características no son divisibles, sino que se ofrecen como un todo, de forma que el demandante tiene que aceptarlas o rechazarlas en su conjunto. Desde el punto de vista econométrico, estos atributos no son, generalmente, independientes entre sí, lo que suele provocar problemas serios de multicolinealidad, que obligan, bien a utilizar técnicas no lineales, técnicas de reducción de dimensión como la de mínimos cuadrados parciales o de regresión en componentes, o bien generar índices que recojan grupos de características. De esta forma, conociendo individual y pormenorizadamente esa serie de atributos, así como su ponderación en la determinación final del bien analizado mediante el uso de técnicas estadísticas de regresión, se obtiene una estimación del precio del bien objeto de análisis asignando valores concretos a las variables que influyen en él.

La mayoría de autores establecen el origen del MPH a partir de los trabajos de Court (1939). Éste, fue el primero en utilizar el término “hedónico” en su estudio acerca de la determinación del aumento de precio de los automóviles. Posteriormente, autores como Griliches (1971) y especialmente Rosen (1974) desarrollaron un tratamiento unificado del MPH, planteando modelos de oferta y demanda de bienes heterogéneos, formados por diferentes atributos, y sentando las bases del enfoque más comúnmente aceptado, popularizándose su uso a partir de entonces en multitud de diferentes aplicaciones, entre las que destacan las del ámbito inmobiliario.

Dado que el objeto de este trabajo se basa en el análisis del precio de un tipo de inmueble vinculado al sector turístico, a continuación serán examinados los estudios previos que han aplicado el MPH tanto en la valoración de inmuebles como en el ámbito de alojamientos turísticos, especialmente aquellos trabajos dedicados a la estimación del precio de las estancias en hoteles, así como las variables que lo determinan.

Con respecto a los trabajos de valoración en vivienda a través del MPH a nivel internacional, son de especial relevancia los de Freeman (1979) -al utilizar la primera justificación teórica del uso del MPH al mercado inmobiliario-, Palmquist (1980) para el caso de King County (Washington, EE.UU.) y Kang y Reichert (1991) para Chicago (EE.UU.). A nivel nacional, son destacables los de Caridad y Brañas (1996), Caridad y Ceular (2001), García-Pozo (2005), Núñez (2007), Muñoz (2012) y Núñez et al. (2013) en el que se realiza una comparación con otra metodología como las redes neuronales artificiales. Pérez-Priego et al. (2019) utilizan técnicas de segmentación que son trasladables para categorizar las propiedades. Posteriormente, destacan los sistemas de valoración según MPH en locales comerciales y naves industriales de Rey (2014) y Casas et al. (2018), respectivamente. En trabajos referidos a la comunidad autónoma andaluza, resaltan los estudios dedicados al turismo rural. En éste área, es reseñable el sistema de indicadores que Blancas et al. (2011) proponen en su estudio para analizar la sostenibilidad del turismo rural en dicha región.

Sin embargo, dentro del terreno de la estimación de precio en alojamientos turísticos, es en la modalidad de hotel en donde se encuentran un mayor número de estudios realizados. A nivel internacional, destacan los trabajos de Chen y Rothschild (2010) para Taipéi (Taiwán), Andersson (2010) para Singapur, Zhang et al. (2011) para Nueva York (EE.UU.) y Kuminoff et al. (2010) para Virginia (EE.UU.) en donde se revelan las diferencias de precios entre hoteles convencionales y los “sostenibles” o “verdes”.

A nivel nacional, caben mencionar los trabajos relacionados con el turismo de “sol y playa” como los de Coenders et al. (2003), Espinet et al. (2003) y, posteriormente, Rigall et al. (2011) centrados en

la costa mediterránea en general y en Cataluña en especial. Merece ser destacado por seleccionar la misma ciudad que el presente estudio el análisis de Soler y Gémár (2017) acerca de la incidencia de la Feria de Abril en el precio de los hoteles de Sevilla. Recientemente, es reseñable también el estudio de estos mismos autores (entre otros) acerca de los condicionantes del precio de las estancias en los hoteles para la región portuguesa de Algarve (Soler et al., 2019).

En el campo de los alquileres turísticos, existen algunos estudios previos a nivel internacional. Mención especial merecen los trabajos de Dogru y Pekin (2017) acerca de los determinantes de valoración de las propiedades ofertadas en *Airbnb* para la ciudad de Boston (EE.UU.); así como el estudio hedónico de Gibbs et al. (2018) sobre alquileres turísticos en varias áreas metropolitanas de Canadá con datos obtenidos también a través de *Airbnb*. A nivel nacional, es pionero el estudio de Pérez y Marmolejo (2014) en el que se ofrece una comparativa de dos modelos hedónicos: uno para valoración de viviendas para residentes frente a otro de viviendas para turistas en la ciudad de Barcelona. Por lo tanto, puede afirmarse que la literatura referida a valoración de alquileres turísticos basada en MPH actualmente es aún muy reciente y exigua.

La Tabla 1 resume las aportaciones anteriormente mencionadas referentes a alojamientos turísticos ordenadas cronológicamente, indicando el año de la publicación, su objeto de estudio, las principales variables explicativas y la zona geográfica en la que se efectuó el análisis.

**Tabla 1. Principales aportaciones al MPH en el ámbito de alojamientos turísticos.**

<b>Autor/es</b>	<b>Año</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Variables utilizadas más reseñables</b>	<b>Localización del análisis</b>
Coenders et al.	2003	Precio de estancia en hoteles	Mes del año, playa y <i>parking</i>	Costa Mediterránea, España
Espinet et al.	2003	Precio de estancia en hoteles	Piscina, playa, jardín y localización céntrica	Provincia de Gerona, España
Andersson	2010	Precio de estancia en hoteles	Categoría del hotel (nº de estrellas), gimnasio, localización y piscina	Singapur
Chen y Rothschild	2010	Precio de estancia en hoteles	Localización céntrica, metros cuadrados, piscina y televisión	Taipéi, Taiwán
Kuminoff et al.	2010	Diferencia de precios entre hoteles convencionales y "ecológicos"	Categoría del hotel (nº de estrellas), cocina, Internet, <i>Jacuzzi</i> , piscina y admisión de mascotas	Virginia, EE. UU.
Rigall et al.	2011	Precio de estancia en hoteles	Distancia a la playa, tipo de playa, Categoría del hotel (nº de estrellas), <i>parking</i> , piscina y mes del año	Costa Brava, España
Zhang et al.	2011	Precio de estancia en hoteles	Categoría del hotel, valoración de usuarios, limpieza y localización	Nueva York, EE. UU.
Pérez y Marmolejo	2014	Precio del m <sup>2</sup> por noche en vivienda alquilada	Barrio, Internet, aire acondicionado, nº de habitaciones	Barcelona, España
Dogru y Pekin	2017	Precio de estancia en alquileres turísticos	Valoración de usuarios, nº de fotos, admisión de mascotas, y alojamiento completo/por habitaciones	Boston, EE. UU.

Soler y Gémar	2017	Precio de estancia en hoteles	Categoría del hotel (nº de estrellas), distancia al centro, valoraciones de usuarios, día de la semana durante la Feria de Abril (Sevilla, España)	Sevilla, España
Gibbs et al.	2018	Precio de estancia en alquileres turísticos	Nº de plazas, distancia al centro, parking, piscina y nº de fotos	Canadá
Soler et al.	2019	Precio de estancia en hoteles	Estrellas del hotel, nº de habitaciones, distancia al centro, aire acondicionado, etc.	Algarve, Portugal

Fuente: Elaboración propia.

### 3. Ámbito de aplicación y objeto de estudio.

El ámbito de aplicación del estudio es la ciudad de Sevilla, situada en el suroeste de España, en el centro de la provincia del mismo nombre. Con una superficie de 142,09 km<sup>2</sup> (IDE Sevilla, 2018) y una población total de 689.434 habitantes (INE, 2017a) se erige como la mayor ciudad del sur de España.

Sevilla vive un momento turístico excepcional. El ayuntamiento estima que el sector supone un 17% del PIB de la ciudad (Barba, 2017), frente al 13% a nivel andaluz (INE, 2017b) y el 11,7% a nivel nacional (INE, 2017c). Es actualmente la tercera ciudad más visitada de España por turistas nacionales y la cuarta por turistas internacionales (INE, 2018). Además de ello, la prestigiosa guía *Lonely Planet*, eligió a esta ciudad como la número uno para visitar en 2018, a través de su publicación *Best in Travel 2018* realizada en octubre de 2017 (Lonely Planet, 2017); asimismo, Sevilla fue la sede de la cumbre mundial celebrada por la organización internacional del sector turístico *WTTC* los días tres y cuatro de abril de 2019 (WTTC).

El objeto de estudio son los AT y VFT registrados legalmente en el municipio sevillano. La obligatoriedad de inscripción en el RTA (de acceso público y gratuito) que tienen los distintos tipos de alojamientos turísticos (AT y VFT incluidos), es establecida por la Ley 13/2011, de 23 de diciembre, del Turismo de Andalucía, en su artículo 37.

La citada ley define los AT (art. 44, ap. 1) como *“aquellos tipos de alojamientos turísticos compuestos por un conjunto de unidades de alojamiento que cuentan con mobiliario e instalaciones adecuadas para la conservación, elaboración y consumo de alimentos y bebidas; que podrán ser según su tipología constructiva y configuración, apartamentos, villas, chalés, bungalós o inmuebles análogos”*.

Con referencia a las VFT, quedan reguladas a nivel autonómico andaluz a través del Decreto 28/2016, de 2 de febrero, de las viviendas con fines turísticos y de modificación del Decreto 194/2010, de 20 de abril, de establecimientos de apartamentos turísticos; que las define en su artículo tres como *“aquellas ubicadas en inmuebles situados en suelo de uso residencial, donde se vaya a ofrecer mediante precio el servicio de alojamiento de forma habitual y con fines turísticos”*. Cabe destacar también los tipos de explotación establecidos (art. 5) para este tipo de alojamientos: bien en modo completo (limitándose a un máximo de quince plazas para este caso) o por habitaciones.

Por tanto, como punto de partida de la investigación, se toma como referencia la totalidad de registros de AT y VFT en el municipio sevillano aparecidos en el RTA obtenido en el momento de su solicitud (octubre de 2018). Esto será denominado a partir de ahora población. La muestra es considerada como aquella parte de la población de la que se han podido obtener datos completos relevantes para la elaboración del modelo pretendido.

La Tabla 2 resume el número de registros totales (población) frente a los analizados (muestra). Con respecto al número de plazas, se procura una ponderación similar en muestra y población (21,82% y 78,18% para AT y VFT respectivamente en población, frente a 26,90% y 73,10% de la muestra). En su conjunto, se ha obtenido una muestra que cubre más del 40% de la población.

**Tabla 2. Población y muestra del estudio (octubre, 2018).**

	Tipo	Nº de registros	Plazas	% Plazas
<b>Población</b>	AT	133	4.673	21,82%
	VFT	3.465	16.739	78,18%
	<b>Total</b>	<b>3.598</b>	<b>21.412</b>	<b>100,00%</b>
<b>Muestra</b>	AT	112	2.355	26,90%
	VFT	665	6.401	73,10%
	<b>Total</b>	<b>777</b>	<b>8.756</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: RTA (2018).

#### 4. Variables previamente consideradas.

A partir de la revisión bibliográfica realizada en el apartado 2 se seleccionan una serie de variables que *a priori* se considera que pueden tener especial incidencia en el precio de la estancia en alquileres turísticos. Para la recogida de datos, se utiliza *Booking* como fuente principal, debido a que este portal refleja información pormenorizada de la vivienda, como los metros cuadrados de la propiedad o su ubicación exacta. Otras posibles fuentes -como *Airbnb*- no revelan las características del inmueble de forma tan detallada. A continuación, se procede a la descripción de los criterios de selección de las variables, así como del precio.

##### 4.1. Precio (*PRE*).

La variable dependiente del modelo es tomada como precio por AT o VFT completas por día, para una estancia de dos noches, que es la estancia media para la ciudad de Sevilla según el Centro de Datos Turísticos del Ayuntamiento de Sevilla (2017). Se excluye del estudio la modalidad de VFT “por habitaciones”, ya que distorsionaría el modelo conjunto al cuantificarse servicios diferentes a los ofrecidos por los AT. Además de ello, sólo supone un 7% del registro total de VFT a nivel sevillano (RTA, 2018). La obtención de los precios ha sido posible a través de *Booking* (2018), siguiendo los criterios descritos a continuación:

- El precio siempre es tomado para una estancia de dos noches salvo cuando durante la obtención de datos la *web* fuerza a estancias mínimas superiores.
- El precio incluye impuestos y otros gastos añadidos. En las VFT se incluyen los suplementos de limpieza por estancia cuando procede.
- En el caso de aparecer varios precios por el mismo alojamiento, se escoge prioritariamente la opción de cancelación en plazo determinado y/o parcialmente reembolsable. La opción sin reembolso se selecciona únicamente cuando no existe otra opción posible.
- En caso de que un mismo complejo de AT oferte sus apartamentos al mismo precio, se escoge siempre aquel que por sus características ofrece un mayor valor añadido, tal y como se comporta cualquier consumidor racional.

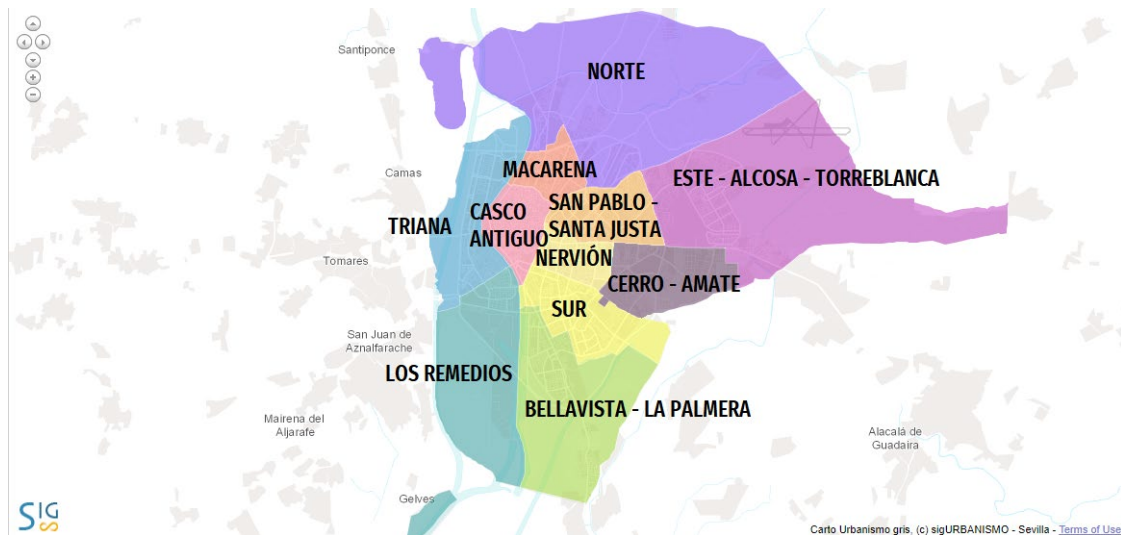
#### 4.2. Tipo (TIP).

Variable binaria que es utilizada para distinguir los casos referidos a AT de las de VFT. La fuente de información usada para su obtención es el RTA (2018).

#### 4.3. Distrito (DIS).

Registra el distrito de la ciudad de Sevilla (Figura 1) en donde se encuentra ubicado el alojamiento (Bellavista - La Palmera, Casco Antiguo, Cerro - Amate, Este - Alcosa - Torreblanca, Los Remedios, Macarena, Nervión, Norte, San Pablo - Santa Justa, Sur y Triana). Para su elaboración, se utiliza el programa informático *Google Earth*, mediante el archivo “SEVILLA\_Distritos.xml” descargado a través de IDE Sevilla (2018).

Figura 1. Término municipal de Sevilla por distritos.



Fuente: IDE Sevilla (2018).

#### 4.4. Minutos caminando hasta la Plaza del Triunfo (MIN).

Se consideran los minutos empleados caminando desde el alojamiento analizado hasta la Plaza del Triunfo de Sevilla. Este punto de referencia se encuentra entre la Catedral de Sevilla y el Real Alcázar, los dos monumentos más visitados en la ciudad en el año 2017 según el Centro de Datos Turísticos del Ayuntamiento de Sevilla (2017) y, por tanto, punto con mayor interés de acceso en el ámbito turístico.

Se plantea la hipótesis de que *MIN* actuará de manera inversamente proporcional: a más minutos empleados en llegar a la Plaza del Triunfo, el alojamiento tendrá un precio menor, es decir, cabría esperar que los alojamientos de mayor precio se encuentren más próximos a las zonas de mayor interés turístico. Para la obtención de la información, se usaron diferentes búsquedas a través de *Google Maps* (2018).

#### **4.5. Número de plazas (PLZ).**

El número de plazas por el que se oferta el alojamiento. Conviene aclarar que un mismo alojamiento puede ofertarse con diferentes números de plazas, generando por tanto diferentes casos incluidos en el sistema -un total de 610 para AT y de 1623 para VFT-. Estos datos fueron obtenidos a través de *Booking* (2018).

#### **4.6. Metros cuadrados (M2).**

Los metros cuadrados construidos del AT o VFT se tomaron en su práctica totalidad a través de *Booking* (2018). Sin embargo, en la toma de tres casos, se acudió a la referencia catastral de la propiedad aparecida en la *web* Idealista (2018).

#### **4.7. Equipamiento (distintas variables).**

Se contabiliza por separado si el alojamiento dispone de televisión (*TV*), lavadora (*LAV*), balcón (*BAL*), terraza (*TER*), patio (*PAT*), vistas (*VIS*) (consideradas sólo las vistas a la ciudad y/o monumentos emblemáticos, nunca a patios y/o jardines interiores según lo observado en las fotografías disponibles en el perfil de la propiedad), insonorización (*INS*), *parking* (*PAR*) (considerando tanto del propio establecimiento como disponibilidad de *parkings* privados próximos), admisión de mascotas (*MAS*), piscina (*PIS*) y bañera (*BAN*). Toda la información seleccionada en este apartado se obtuvo a través de *Booking* (2018).

#### **4.8. Valoraciones de anteriores usuarios (VAL).**

*Booking* ofrece la opción a las personas que hayan sido clientes de un alojamiento determinado de que valoren su experiencia, dando un resultado final numérico en una escala de cero a diez. Si bien es cierto que el cliente aquí está valorando más factores aparte del aspecto del alojamiento (tales como la ubicación, el personal, la limpieza o el equipamiento) priman las cuestiones relativas a la presencia y a la experiencia personal del cliente, por lo que se considera adecuado incluir esta variable dentro del modelo.

#### **4.9. Número de fotos publicadas (FOT).**

*Booking* permite a las propiedades subir fotos al perfil de las mismas. Se tiende a pensar que un mayor número de fotos implica un mayor deseo del propietario de hacer ver al potencial cliente el atractivo del alojamiento y viceversa: un número escaso de fotos podría ser debido a un intento del propietario de no proporcionar demasiadas muestras del insuficiente atractivo visual del alojamiento. Así, se cuantifica el número total de fotos publicadas en la propiedad como otra posible variable más en la composición de los modelos, que debería influir en su precio de una manera positiva.

#### **4.10. Atractivo Visual (AVI).**

Se incluye aquí una elaboración propia acerca del atractivo visual del alojamiento, tras el visionado de todas las fotos del perfil del alojamiento disponibles en *Booking*, cuantificándose como variable numérica de cero a diez. Se pretende ofrecer una valoración basada en criterios objetivos como el mobiliario, la limpieza, el orden y la calidad de las fotografías.

#### **4.11. Estacionalidad (AES, AFS, BES, BFS, SS y FE).**

Para la elaboración del modelo, el precio es tomado en distintos momentos del tiempo. Se han considerado seis intervalos de dos días (Tabla 3). Para la ponderación entre los distintos momentos del tiempo en los que el precio fue tomado, se considera una división aproximada en dos mitades iguales en cuanto a las temporadas alta (de abril a septiembre, seis meses) y baja (de octubre a marzo, seis



meses) otorgando un peso mayor a la temporada alta, debido al consecuente aumento de las pernoctaciones en la misma (47,74% frente a 39,77%, respectivamente).

Con referencia a los fines de semana, suponen algo más de las dos séptimas partes de los casos si se comparan con los casos entre semana, debido al evidente aumento de las pernoctas en ese intervalo. Respecto a los periodos de Semana Santa (SS) y Feria (FE), de una semana de duración cada uno de ellos, se toma la referencia aproximada de cuadruplicar y doblar respectivamente el 2% que supone una semana sobre el total del año, debido al aumento de pernoctas que se realizan en estos intervalos concretos del año.

**Tabla 3. Intervalos de tiempo considerados en la toma del precio y su ponderación.**

Fecha de la estancia	Descripción	Casos	Porcentaje
Del 27/05/19 al 29/05/19	Temporada alta, entre semana (AES)	758	33,95%
Del 31/05/19 al 02/06/19	Temporada alta, fin de semana (AFS)	308	13,79%
Del 14/01/19 al 16/01/19	Temporada baja, entre semana (BES)	642	28,75%
Del 18/01/19 al 20/01/19	Temporada baja, fin de semana (BFS)	246	11,02%
Del 18/04/19 al 20/04/19	Temporada de Semana Santa (SS)	169	7,57%
Del 10/05/19 al 12/05/19	Temporada de Feria (FE)	110	4,93%
<b>Total</b>		<b>2.233</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.12. Resumen de las variables consideradas.

La Tabla 4 resume todas las variables recogidas para la elaboración del modelo, así como las fuentes usadas para ello. Se añaden estadísticos descriptivos obtenidos a través de la muestra (Tabla 4) para facilitar el análisis de la dimensión de la misma.

**Tabla 4. Variables consideradas para el modelo y sus estadísticos descriptivos.**

Código	Variable	Media o %	Desviación Típica	Fuente
<b>PRE</b>	Precio (por día, para dos días de estancia)	161,47	99,091	Booking (2018)
<b>TIP</b>	Tipo (AT o VFT)	AT (27,32%), VFT (72,68%)	--	RTA (2018)
<b>DIS</b>	Distrito	Casco Antiguo (84,77%), Triana (9,67%), resto (5,56%)	--	IDE Sevilla (2018)
<b>MIN</b>	Minutos caminando hasta la Plaza del Triunfo	13,82	8,97	Google Maps (2018)
<b>PLZ</b>	Nº de plazas	3,92	1,878	
<b>M2</b>	Metros cuadrados (m <sup>2</sup> )	72,32	41,057	
<b>TV</b>	Televisión	99,37%	--	Booking (2018) e
<b>LAV</b>	Lavadora	90,28%	--	Idealista (2018)
<b>BAL</b>	Balcón	41,42%	--	
<b>TER</b>	Terraza	34,89%	--	

<i>PAT</i>	Patio	29,74%	--	
<i>VIS</i>	Vistas	51,55%	--	
<i>INS</i>	Insonorización	23,42%	--	
<i>PAR</i>	Parking	46,48%	--	
<i>MAS</i>	Admisión de mascotas	11,82%	--	
<i>PIS</i>	Piscina	4,39%	--	
<i>BAÑ</i>	Bañera	28,66%	--	
<i>VAL</i>	Valoraciones de anteriores usuarios	8,847	0,653	
<i>FOT</i>	Nº de fotos publicadas	35,68	11,256	
<i>AVI</i>	Atractivo visual	8,487	0,834	Elaboración propia
<i>AES</i>	Temporada alta, entre semana	33,95%	--	
<i>AFS</i>	Temporada alta, fin de semana	13,79%	--	
<i>BES</i>	Temporada baja, entre semana	28,75%	--	Booking (2018)
<i>BFS</i>	Temporada baja, fin de semana	11,02%	--	
<i>SS</i>	Temporada de Semana Santa	7,57%	--	
<i>FE</i>	Temporada de Feria	4,93%	--	

Fuente: Elaboración propia.

## 5. Modelo propuesto y resultados obtenidos.

Los modelos hedónicos pueden adquirir diversas formas funcionales. En principio no siempre existe una especificación óptima; la elección entre modelos alternativos se aborda de forma empírica. Por tanto, tras realizar varias pruebas con distintas especificaciones y transformaciones de variables, se elige la forma lineal, con la cual se realizan los distintos contrastes diagnósticos de validación del modelo.

En cuanto a las variables explicativas a incluir en el modelo hedónico, se prueba con diversas combinaciones alternativas -incluyendo interacciones entre las variables y términos cuadráticos-, eliminando aquellas variables que se mostraron no relevantes en la determinación del precio. Las variables finalmente incluidas en el modelo inciden en factores como la superficie, el número de plazas, la distancia a la zona turística, el atractivo visual, algunas características internas como el índice de atractivo visual y algún equipamiento extra, como el disponer de piscina; además de las variables que representan la estacionalidad de eventos singulares y el comportamiento cíclico semanal.

Algunas variables que *a priori* se pueden considerar importantes se han excluido tras realizar los contrastes estadísticos correspondientes. Destacan dos que podrían tener influencia, aunque no la muestran: el tipo de alojamiento y la puntuación dada por clientes anteriores. No se han detectado diferencias de valor entre viviendas (VFT) y apartamentos (AT), como se referirá en las conclusiones. Respecto a la opinión de valoración otorgada por visitantes anteriores, esta variable está relacionada con el índice de atractivo visual, por lo que, al incluir éste en el modelo, la valoración de clientes anteriores no ha resultado significativa. Alguna variable referida a equipamiento disponible tampoco ha resultado relevante; en algún caso se trata de equipamiento generalizado en la mayoría de las propiedades, lo que impide valorar su importancia.

Los resultados que se detallan a continuación son aquellos para los que se obtiene un mayor grado de ajuste (porcentaje total de la variable dependiente explicada por el modelo sobre la varianza total de dicha variable). Además de ello, fueron excluidos del sistema dos casos atípicos de VFT considerados como no representativos ya que su precio diario superaba los 1.000€ y no corresponden a otras características como el tamaño o la ubicación de las plazas, y cuya inclusión distorsionaba significativamente el modelo. Los contrastes T son utilizados para contrastar la significación de cada uno de los parámetros del modelo (Caridad & Caridad, 2018). Se obtiene en todos ellos una probabilidad límite ( $p$ ) inferior a 0,001, por lo que son altamente significativos para niveles usuales, aceptándose por tanto la inclusión de las distintas variables explicativas. La Tabla 5 recoge los resultados descritos tales como los coeficientes del modelo propuesto, los estadísticos T junto con sus respectivas probabilidades límite ( $p$ ) y los factores de inflación de la varianza ( $FIV$ ) para comprobar que no existen relaciones importantes de multicolinealidad entre las variables explicativas.

**Tabla 5. Variables del modelo lineal mediante MPH.**

Variable	Coefficiente	Error estándar	Estadístico T	$p$	FIV
<b>Constante</b>	-76,73	12,915	-5,941	0,000	--
<i>MIN</i>	-1,161	0,129	-9,012	0,000	1,126
<i>PLZ</i>	13,679	0,716	19,093	0,000	1,525
<i>M2</i>	0,792	0,033	23,702	0,000	1,586
<i>INS</i>	12,656	2,655	4,767	0,000	1,067
<i>PIS</i>	33,712	5,398	6,245	0,000	1,032
<i>AVI</i>	15,129	1,464	10,336	0,000	1,256
<i>AFS</i>	20,025	3,493	5,732	0,000	1,214
<i>BES</i>	-29,225	2,784	-10,498	0,000	1,339
<i>BFS</i>	-23,607	3,788	-6,232	0,000	1,187
<i>SS</i>	154,762	4,395	35,212	0,000	1,141
<i>FE</i>	127,115	5,257	24,182	0,000	1,092

Fuente: Elaboración propia.

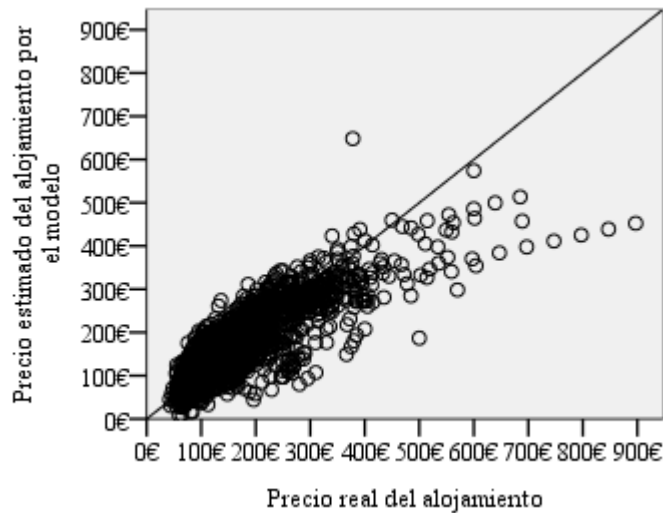
La primera observación que ha de hacerse es que, en el caso de la estacionalidad, se toma como base a *AES* (precio en temporada alta, entre semana) excluyéndose, por tanto, del modelo (Tabla 5). Los coeficientes de la Tabla 5 informan acerca de las variaciones marginales que se producen en el precio por cada una de las variables exógenas. En otras palabras, cada minuto (*MIN*) extra empleado en caminar desde el alojamiento a la Plaza del Triunfo rebaja en 1,16€ el precio medio del mismo, de la misma forma que el hecho de que el alojamiento disponga de insonorización (*INS*) encarece el precio diario de la estancia en 12,66€. Finalmente, el precio diario de un alquiler turístico se encarecerá en 154,76€ en temporada de Semana Santa (*SS*) con respecto al precio que tiene durante *AES*.

Con respecto al ajuste del modelo, se obtiene un coeficiente de determinación del 70,8% (es decir, el porcentaje de la varianza del precio que están explicando las variables independientes) y un error relativo medio  $\pm 22,51\%$ . El error relativo medio muestra las diferencias en forma de porcentaje obtenidas entre las predicciones del precio por parte del modelo y los valores reales del mismo. Para comprobar la estabilidad de modelo, el *test* de Chow muestra la inexistencia de cambios estructurales tanto entre AT y VFT, como en el resto de los parámetros del modelo en varios subconjuntos de datos de la muestra.

Por último, la Figura 2 muestra una comparativa entre el precio real recogido durante el proceso de toma de datos y el valor estimado que proporciona el modelo conseguido. De existir un ajuste perfecto, la nube de puntos se mostraría como una línea diagonal exacta (Figura 2). La forma de la nube de puntos obtenida en la Figura 2 sugiere esta forma, especialmente hasta el rango de los 500€, en donde

aumenta la variabilidad lo que dificulta su capacidad predictiva. Es decir, para las propiedades de mayor lujo, sería preciso incorporar alguna de sus características específicas no disponibles para el resto de las plazas.

**Figura 2. Nube de puntos comparativa precio real vs. precio estimado.**



Fuente: Elaboración propia.

## 6. Conclusiones.

Mediante la utilización del modelo obtenido pueden realizarse estimaciones ajustadas del precio de una estancia en alquiler turístico para la ciudad de Sevilla, para distintos tipos de propiedades y condiciones del entorno. Esto puede resultar interesante tanto a propietarios como a potenciales clientes de este tipo de alojamientos, para conocer si el precio de la estancia está en concordancia con lo que normalmente ofrecería el mercado para cada tipo de propiedad, con sus características específicas.

Con respecto a las variables exógenas calificadas como relevantes en la determinación de precios de alquiler, están en concordancia con las usadas en los modelos de estudios anteriormente mencionados, como la ubicación de la propiedad en relación a la zona turística o punto de interés, la superficie disponible, o algunas variables que definen propiedades de cada apartamento o vivienda, y que valoran los usuarios al tomar decisiones de reserva.

Estas variables, se incluyen en varias categorías: internas, externas y de temporalidad. Las internas de cada propiedad, como la superficie disponible para el huésped, algunas características específicas de la instalación, destacando la insonorización del piso y constatándose su influencia en el precio en el caso de disponer de piscina. Adicionalmente, la elaboración de un índice de atractivo visual en la presentación, ha resultado significativa en el modelo de valoración. Entre las externas destaca la ubicación medida no con criterios como la distancia calculada sobre coordenadas geográficas al núcleo de interés turístico sino propuesta como el tiempo de acceso a éste. Y finalmente, la estacionalidad es clara, tanto a nivel de grandes eventos turísticos, como intra-semanal.

Sin embargo, el tipo de alojamiento, es decir, la división entre AT y VFT no se muestra como determinante significativa del precio de alquiler. Si bien ambos registros se encuentran legalmente separados y desde el punto de vista del propietario se gestionan de manera diferente, desde la perspectiva del consumidor esto no se evidencia como aspecto relevante, ya que el servicio ofrecido en

ambos (un alquiler de una unidad completa de alojamiento con cocina y cuarto de baño independiente) es prácticamente el mismo.

También es conveniente resaltar la multitud de variables potencialmente explicativas consideradas en el estudio no detectadas como relevantes, excluyéndose del modelo factores tales como el distrito (lo que es lógico, dado que se considera otra variable geográfica sobre la posición de la propiedad), las vistas -que son apreciadas una vez realizada la visita, pero que *a priori* son más difíciles de valorar en la plataforma donde el futuro cliente realiza su reserva-, la mayoría de las variables referidas al equipamiento, o la disponibilidad de aparcamiento, menos demandado por los visitantes que llegan mayoritariamente a la ciudad en transporte público.

Por último, como futuras líneas de trabajo se señalan la posibilidad de extrapolar los resultados a otras ciudades de especial relevancia turística, así como adaptar el modelo a otro tipo de alojamientos tales como los albergues. Y finalmente, la posibilidad de usar información parcial, como la referida del portal *Airbnb* y las opiniones de los clientes.

## Referencias

- Andersson, D.E. (2010). Hotel attributes and hedonic prices: an analysis of internet-based transactions in Singapore's market for hotel rooms. *The Annals of Regional Science*, 44(2), 229-240.
- Barba, E. (2017, agosto 13). *El turismo genera ya el 17% de la riqueza de Sevilla, cinco puntos más que en España*. Recuperado de [https://sevilla.abc.es/sevilla/sevi-turismo-genera-17-por-ciento-riqueza-sevilla-cinco-puntos-mas-espana-201708122121\\_noticia.html](https://sevilla.abc.es/sevilla/sevi-turismo-genera-17-por-ciento-riqueza-sevilla-cinco-puntos-mas-espana-201708122121_noticia.html)
- Blancas, F.J., Lozano-Oyola, M., González, M., Guerrero, F.M., & Caballero, R. (2011). How to use sustainability indicators for tourism planning: The case of rural tourism in Andalusia (Spain). *Science of the Total Environment*, 412, 28-45.
- Booking (2018). *Booking.com. Sevilla, Apartamentos + Casas*. Recuperado de [https://www.booking.com/searchresults.es.html?label=gen173nr-1FCAEoggI46AdIM1gEaEaIAQGYYAQq4ARjIAQzYAQH0AQH4AQuIAgGoAgQ&sid=15def371e8a93ef38e3a7eada5b14ac4&ac\\_click\\_type=b&ac\\_position=0&checkin\\_month=5&checkin\\_monthday=27&checkin\\_year=2019&checkout\\_month=](https://www.booking.com/searchresults.es.html?label=gen173nr-1FCAEoggI46AdIM1gEaEaIAQGYYAQq4ARjIAQzYAQH0AQH4AQuIAgGoAgQ&sid=15def371e8a93ef38e3a7eada5b14ac4&ac_click_type=b&ac_position=0&checkin_month=5&checkin_monthday=27&checkin_year=2019&checkout_month=)
- Caridad, J.M., & Brañas, P. (1996). Demanda de características de la vivienda en Córdoba: Un modelo de precios hedónico. *Revista de Estudios Regionales*(46), 139-153.
- Caridad, J.M., Caridad, L. (2018). *Estadística e Introducción al SPSS*. Córdoba: Copisterías Don Folio.
- Caridad, J.M., & Ceular, N. (2001). Un análisis del mercado de la vivienda a través de redes neuronales artificiales. *Estudios de Economía Aplicada*, 18, 67-81.
- Casas, J.C., Caridad, J.M., & Núñez, J.M. (2018). La aglomeración urbana de la ciudad de Sevilla: análisis de la oferta de inmuebles destinados a la actividad comercial e industrial. *Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa*, 25, 72-92.
- Centro de Datos Turísticos del Ayuntamiento de Sevilla. (2017). *Informe Anual 2017*. Sevilla: Centro de Datos Turísticos del Ayuntamiento de Sevilla.
- Chen, C-F., & Rothschild, R. (2010). An application of hedonic pricing analysis to the case of hotel rooms in Taipei. *Tourism Economics*, 16(3), 685-694.

- Coenders, G., Espinet, J.M., & Saez, M. (2003). Predicting random level and seasonality of hotel prices: a latent growth curve approach. *Tourism Analysis*, 8(1), 15-31.
- Court, A.T. (1939). Hedonic price indexes with automotive examples. In General Motors Corporation, *The Dynamics of Automobile Demand* (pp. 99-117). Detroit: General Motors Corporation.
- De la Encarnación, A.M. (2016). El alojamiento colaborativo: Viviendas de uso turístico y plataformas virtuales. *Revista de Estudios de la Administración Local y Autonómica*, 5, 30-55.
- Decreto 194/2010, de 20 de abril, de establecimientos de apartamentos turísticos. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, nº 90, de 11 de mayo de 2010, pp. 13 a 24.
- Decreto 28/2016, de 2 de febrero, de las viviendas con fines turísticos y de modificación del Decreto 194/2010, de 20 de abril, de establecimientos de apartamentos turísticos. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, nº 28, de 11 de febrero de 2016, pp. 66 a 74.
- Dogru, T., & Pekin, O. (2017). What do guests value most in Airbnb accommodations? An application of the hedonic pricing approach. *Boston Hospitality Review*, 5(2), 1-13.
- Espinet, J.M., Saez, M., Coenders, J.M., & Fluvia, M. (2003). Effect on prices of the attributes of holiday hotels: a hedonic prices approach. *Tourism Economics*, 9(2), 165-177.
- Freeman, A.M. (1979). The hedonic price approach to measuring demand for neighborhood characteristics. En S. D. Segal, *The Economics of Neighborhood: Studies in Urban Economics* (pp. 191-217). Nueva York: Academic Press.
- García-Pozo, A. (2005). *El mercado de la vivienda usada en Málaga. Una aplicación del modelo de precios hedónicos (Tesis Doctoral)*. Universidad de Málaga: España
- Gibbs, C., Guttentag, D., Gretzel, U., Morton, J., & Goodwill, A. (2018). Pricing in the sharing economy: a hedonic pricing model applied to Airbnb listings. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 35(1), 46-56.
- Google Maps (2018). *Plaza del Triunfo. Sevilla*. Recuperado de <https://www.google.es/maps/place/Pl.+del+Triunfo,+41004+Sevilla/@37.3857238,-5.9944527,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0xd126c199270f1ff:0xaf2e9a0617c61dc9!8m2!3d37.3856814!4d-5.9923465?hl=es>
- Griliches, Z. (1971). *Introduction: Hedonic Price Indexes Revisited en Price Indexes and Quality Changes: Studies in New Methods of Measurement*. Cambridge: Harvard University Press.
- Gwin, C.R. (2004). International Comparisons of Real Estate E-nformation on the Internet. *Journal of Real Estate*, 26(1), 1-24.
- IDE Sevilla (2018). *Distritos*. Recuperado de <http://sig.urbanismosevilla.org/visorgis/geosevilla.aspx?Layers=FOTOS&Selected=01&xtheme=gray>
- Idealista (2018). *Idealista.com, Calle Archeros 9 (y otras)*. Recuperado de <https://www.idealista.com/archive/sevilla-sevilla/calle-archeros-9>
- INE (2017a). *Cifras oficiales de población resultantes de la revisión del Padrón municipal a 1 de enero. Sevilla*. Recuperado de <http://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2911>

- INE (2017b). *Encuesta de Población Activa*. Recuperado de Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. Consejería de Economía y Conocimiento. Recuperado de <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/iea/resultadosConsulta.jsp?CodOper=25&codConsulta=110946>
- INE (2017c). *Aportación del turismo a la economía española. - Año 2017*. Recuperado de [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736169169&menu=ultiDatos&idp=1254735576863](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736169169&menu=ultiDatos&idp=1254735576863)
- INE (2018). *Viajeros y pernoctaciones por puntos turísticos*. Recuperado de <http://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2078>
- Kang, H-B., & Reichert, A.K. (1991). An Empirical Analysis of Hedonic Regression and Grid-Adjustment Techniques in Real Estate Appraisal. *Real Estate Economics*, 19(1), 70-91.
- Kuminoff, N.V., Zhang, C., & Rudi, J. (2010). Are travelers willing to pay a premium to stay at a “green” hotel? Evidence from an internal meta-analysis of hedonic price premia. *Agricultural and Resource Economics Review*, 39(3), 468-484.
- Ley 13/2011, de 23 de diciembre, del Turismo de Andalucía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, nº 255, de 31 de diciembre de 2011, pp. 3 a 22.
- Lonely Planet (2017). *Lonely Planet's Best in Travel 2018*. Melbourne: Lonely Planet.
- Muñoz, G.A. (2012). *Análisis de la vivienda en Córdoba. Estudio econométrico. (Tesis Doctoral)*. Universidad de Córdoba: España.
- Núñez, J.M. (2007). *Mercados inmobiliarios: modelización de los precios. (Tesis Doctoral)*. Universidad de Córdoba: España.
- Núñez, J.M., Rey, F.J., & Caridad, J.M. (2013). Precios implícitos en valoración inmobiliaria urbana. *Revista de la construcción*, 12(2), 116-126.
- Palmquist, R.B. (1980). Alternative Techniques for Developing Real Estate Price Indexes. *The Review of Economics and Statistics*, 62(3), 442-448.
- Parker, D.D., & Zilberman, D. (1993). Hedonic estimation of quality factors affecting the farm-retail margin. *American Journal of Agricultural Economics*, 75(2), 458-466.
- Pérez, V.B., & Marmolejo, C. (2014). El impacto de las externalidades producidas por el turismo sobre los valores inmobiliarios y la segmentación del mercado residencial en Barcelona. *ACE: Architecture, City and Environment*, 9(25), 159-188.
- Pérez-Priego, M.A., García-Moreno, M.B., Gómez, G., & Caridad, L. (2019). Segmentation based on the gastronomic motivations of tourists: the case of the Costa del Sol (Spain). *Sustainability*, 11(2), 409.
- Rey, F.J. (2014). *Alternativas y Determinantes en Valoración de Inmuebles Urbanos. (Tesis Doctoral)*. Universidad de Córdoba: España.
- Rigall i Torrent, R., Fluvià, M., Ballester, R., Saló, A., Ariza, E., & Espinet, J.M. (2011). The effects of beach characteristics and location with respect to hotel prices. *Tourism Management*, 32(5), 1150-1158.

- Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. *Journal of political economy*, 82(1), 34-55.
- RTA (2018). *Registro de Turismo de Andalucía. AT y VFT*. Sevilla: Consejería de Turismo y Deporte.
- Soler, I.P., & Gémar, G. (2017). Impact of the April Fair on Seville hotel room prices: measurement through a hedonic approach. *Tourism & Management Studies*, 13(2), 7-12.
- Soler, I.P., Gémar, G., Correia, M.B., & Serra, F. (2019). Algarve hotel price determinants: A hedonic pricing model. *Tourism Management*, 70, 311-321.
- Statista (2016). *Leading reasons travelers stay in vacation rentals in the United States as of June 2016*. Recuperado de <https://www.statista.com/statistics/303324/most-common-reasons-for-travelers-to-stay-in-vacation-rentals-us/>
- WTTC (2018, abril 19). *2019 WTTC Global Summit host announced: SEVILLE, SPAIN*. Recuperado de <https://www.wttc.org/about/media-centre/press-releases/press-releases/2018/2019-wttc-global-summit-host-announced-seville-spain/>
- Zhang, Z., Ye, Q., & Law, R. (2011). Determinants of hotel room price: An exploration of travelers' hierarchy of accommodation needs. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 23(7), 972-981.



## Comercio, sobreexplotación laboral y ciclos en la periferia: una propuesta teórica y el caso ecuatoriano desde un modelo PVAR

CAJAS-GUIJARRO, JOHN

Universidad Central del Ecuador

Correo electrónico: [jcajasg@uce.edu.ec](mailto:jcajasg@uce.edu.ec)

PÉREZ-ALMEIDA, BRYAN

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (Ecuador)

Correo electrónico: [stev32\\_bry@hotmail.com](mailto:stev32_bry@hotmail.com)

### RESUMEN

El presente artículo interpreta teóricamente cómo la competencia real capitalista internacional presiona a que en las sociedades periféricas los balances comerciales dependan de ventajas absolutas de costo basadas en una sobreexplotación laboral-natural, lo que crea dinámicas cíclicas en dichas sociedades. Para reforzar tal interpretación, el artículo toma como caso de estudio al capitalismo periférico ecuatoriano, sobre el que se presentan tendencias histórico-cíclicas de mediano y largo plazo, ejemplos de actividades económicas que al parecer sustentan sus superávits comerciales desde la sobreexplotación laboral-natural, y evidencia estadística de tendencias cíclicas de corto plazo a nivel sectorial, estimando un modelo PVAR sobre un panel de datos compuesto por 43 actividades económicas observadas en el período 2007-2016. Todos los resultados empíricos muestran la importancia de las ventajas absolutas de costo basadas en la sobreexplotación sobre los balances comerciales y el surgimiento de ciclos que refuerzan la condición dependiente del capitalismo ecuatoriano.

**Palabras clave:** competencia real, ventajas absolutas de costo, sobreexplotación, periferia capitalista, tendencias histórico-cíclicas, modelos PVAR.

**Clasificación JEL:** C33; F16; O11.

**MSC2010:** 62P20.

## **Trade, super-exploitation of labor power and cycles in the periphery: a theoretical proposal and the Ecuadorian case through a PVAR model**

### **ABSTRACT**

This paper theoretically interprets how international real capitalist competition pressures trade balances of the peripheral countries to depend on absolute cost advantages based on the super-exploitation of labor power and nature; dependence which creates cyclical dynamics within those countries. To reinforce such an interpretation, the paper takes as a study case the Ecuadorian peripheral capitalism, about which some historical-cyclical trends are presented as well as some examples of economic activities that seem to obtain their trade surplus through super-exploitation. Also, the paper estimates a PVAR model over a panel data of 43 economic activities observed during the period 2007-2016; from that estimation, it is found evidence of short-run cyclical dynamics among Ecuadorian economic activities. All the empirical results evidence the importance of the absolute cost advantages gained through super-exploitation of labor power and nature on the determination of trade balances and on the rise of cycles that reinforce the dependent condition of Ecuadorian capitalism.

**Keywords:** real competition, absolute cost advantages, super-exploitation, capitalist periphery, historical-cyclical trends, PVAR models.

**JEL classification:** C33; F16; O11.

**MSC2010:** 62P20.



## 1. Introducción.

El sistema mundo capitalista posee una importante complejidad y heterogeneidad, que suele expresarse de diferentes formas al interior de las sociedades que lo conforman. En particular, la manera - muchas veces conflictiva - como realmente se da la competencia tanto entre capitales de un mismo sector como entre capitales de distinto sector (competencia real) a escala internacional puede provocar que los ciclos de la acumulación en las sociedades periféricas adquieran particularidades diferentes a los ciclos en países centrales. Por ejemplo, la competencia real vigente en el capitalismo internacional puede presionar a que varias actividades económicas de los países periféricos busquen sostener sus superávits comerciales por medio de la sobreexplotación tanto de la fuerza de trabajo como de la naturaleza. Sin embargo, esa dependencia en la sobreexplotación puede generar dinámicas cíclicas tanto a medio-largo plazo a nivel del conjunto de la economía de una sociedad capitalista periférica, como a nivel de actividades económicas. Semejantes dinámicas complican las posibilidades de alcanzar un pleno empleo en la periferia, e incluso podrían ampliar la vulnerabilidad de los ciclos periféricos ante shocks externos.

Considerando esta posibilidad, el presente artículo tiene como objetivo brindar una justificación teórica a la hipótesis de que la competencia real capitalista a escala internacional induce a que en la periferia los balances comerciales dependan de actividades económicas que obtienen ventajas absolutas de costo por medio de la sobreexplotación laboral y natural; dependencia que crea al interior de la periferia un peculiar comportamiento cíclico especialmente entre producción, subempleo, explotación laboral y balances comerciales (sección 2). Al revisar que la escasa literatura disponible sobre el estudio de la ventaja absoluta de costo no parece brindar evidencia que permita evaluar la hipótesis teórica planteada, el artículo plantea una alternativa metodológica basada en el uso de modelos de vectores autorregresivos aplicados a datos de panel (PVAR), desde los que se puede aplicar un test de causalidad de Granger, así como estimar funciones de impulso respuesta y de descomposición de varianza del error de predicción para evaluar la hipótesis de ciclicidad y de vigencia de una ventaja absoluta de costo basada en la sobreexplotación laboral-natural dentro de una sociedad capitalista periférica (sección 3). Posteriormente, se toma como caso de estudio al capitalismo periférico ecuatoriano (sección 4), sobre el que es posible identificar en términos referenciales algunas tendencias histórico-cíclicas de medio y largo plazo (subsección 4.1), identificar en términos descriptivos algunas actividades económicas ejemplares que al parecer sustentan sus superávits comerciales desde la sobreexplotación laboral-natural (subsección 4.2) y obtener evidencia estadísticamente significativa de tendencias cíclicas de corto plazo a nivel sectorial estimando un modelo PVAR sobre un panel de datos compuesto por 43 actividades económicas observadas en el período 2007-2016 (que comprende tanto el fin del segundo boom petrolero como el inicio de una nueva etapa de estancamiento) (subsección 4.3). Finalmente, el artículo concluye con un resumen de los principales resultados teóricos y empíricos obtenidos, y brinda algunas motivaciones para investigaciones futuras (sección 5).

## 2. Motivación teórica: competencia real, ventaja absoluta y efectos en la periferia.

En esta sección se discuten teóricamente los potenciales efectos de la *competencia real* y la vigencia de la *ventaja absoluta de costo* en el comercio internacional sobre la periferia capitalista. Para ello se combinan las reflexiones sobre la competencia real de Shaikh (2016) con algunos planteamientos del *estructuralismo* y la *dependencia* sobre las diferencias estructurales entre centros y periferia capitalista. Como resultado se justifica un posible *vínculo cíclico* entre producción, subempleo, explotación laboral y balances comerciales en sociedades capitalistas periféricas donde las ventajas absolutas de costo de los diferentes sectores no se enfocan en la *productividad* sino en la *sobreexplotación laboral-natural*.

## 2.1. Competencia real intra e intersectorial y capitales reguladores.

En el capitalismo, cada empresa busca ganancias y, sobre todo, acumular capital (“¡Acumulad, acumulad! ¡He ahí a Moisés y los profetas!” (Marx [1867] 2009:735)). Durante la búsqueda de esos objetivos las empresas capitalistas colisionan en una *competencia real* que implica una dinámica principalmente, aunque no solo, de conflicto entre capitalistas, donde tanto precios como tasas de ganancia fluctúan permanentemente alrededor de varios *centros de gravitación móviles*, surgiendo procesos de “*equilibrio turbulento*” (característica que distingue a la competencia real de la *competencia perfecta* neoclásica) (Shaikh, 2016: 259-260).

Dicha competencia real capitalista se desenvuelve a nivel *intra* e *intersectorial*. En la *competencia real intrasectorial* las empresas pertenecen a un mismo sector que produce mercancías idénticas y donde la fijación del precio se usa como principal instrumento tanto para atraer compradores como para dañar a los competidores dentro del sector. Como en un contexto de mercancías idénticas los compradores escogen los precios más bajos, las empresas están presionadas a recortar costos, proceso que induce a cierta convergencia de precios entre competidores; tendencia recogida en la “ley de los precios correlacionados” (Shaikh, 1980b), que se distingue de la “ley del precio único” neoclásica en tanto que esta última indicaría que la igualación de precios se debe a que las empresas poseen características similares y no surge como resultado de la presión causada por la competencia capitalista real (ver Tsaliki, Paraskevopoulou & Tsoulfidis 2018: 1045). Otra diferencia relevante entre la competencia perfecta neoclásica y la competencia capitalista real es que para la primera las ganancias extraordinarias nacen de un fallo en los procesos de competencia, en cambio dichas ganancias son una característica innata para la segunda perspectiva (como se verá más adelante).

Mientras que la competencia real tiende a igualar los precios dentro de cada sector, en cambio las *condiciones técnicas de producción* suelen distribuirse de forma desigual en especial por la *heterogeneidad* entre empresas causada por procesos como la movilidad o la concentración y centralización del capital. Esa heterogeneidad genera diferentes estructuras de costos entre empresas de un mismo sector que, al combinarse con la igualación sectorial de precios, llevan a una tendencia a la *desigualdad de tasas de ganancia* entre empresas de un mismo sector (Shaikh, 2016: 262).

Si bien la competencia intrasectorial describe la heterogeneidad de tasas de ganancia al interior de los sectores (este resultado es similar a la propuesta de Botwinick (1993, 2017) sobre el surgimiento de diferenciales en las tasas de ganancia durante la competencia capitalista), no explica la relación entre las tasas de ganancia de distintos sectores. Es aquí donde influye la *competencia real intersectorial*, donde los capitales se movilizan de aquellos sectores que, en general, ofrecen una tasa de ganancia relativamente baja a aquellos que ofrecen una tasa relativamente alta. Esa movilización de capitales tiende a nivelar las tasas de ganancia y a crear *precios de producción* alrededor de los que fluctúan los precios de mercado de los distintos sectores (Marx [1894] 2009: 195-217; Boundi, 2019:124; Tsaliki, Paraskevopoulou & Tsoulfidis, 2018:1045; Shaikh 2016: 265).

Así, entre la competencia intra e intersectorial surgen tendencias en apariencia opuestas, la una de divergencia y la otra de nivelación de las tasas de ganancia. Tal oposición se resuelve, según Shaikh (1990, 2016), con la existencia de *capitales reguladores*: conjuntos de capitales que poseen las condiciones productivas de mejor reproducción dentro de un sector (Shaikh, 2016:265; Botwinick, 1993:152-53; Tsoulfidis & Tsaliki, 2005:13). Según las características concretas de cada sector, los capitales reguladores tendrán sus propias condiciones de producción; sin embargo, en general, dichos capitales suelen caracterizarse por poseer los costos unitarios sectorialmente más bajos (Shaikh, 2016:265-67).

Dada su condición de mejor reproducibilidad, la tasa de ganancia de los capitales reguladores se vuelve la principal motivación para la movilidad de capitales. Es decir, cuando la tasa de ganancia de los capitales reguladores de un determinado sector es mayor (menor) que la tasa de los capitales reguladores de otros sectores, los nuevos capitales ingresan a (salen de) ese sector. Si bien los capitales reguladores motivan al movimiento de capitales en búsqueda de una mayor tasa de ganancia, las

condiciones concretas de las nuevas inversiones no siempre coinciden con las que, a priori, poseen los costos más bajos. De hecho, la movilización del capital puede generar nuevas inversiones hacia empresas con: condiciones y costos promedio (p.ej. cuando hay un solo método de producción o métodos muy similares); costos más altos (p.ej. cuando existen rendimientos decrecientes, como en la agricultura); costos más bajos (p.ej. cuando los métodos más costosos son los más antiguos y dejan de ser competitivos, o cuando existen rendimientos crecientes) (Shaikh, 2016:265-67). La vigencia de uno u otro caso depende de las condiciones concretas de cada sector.

Es por ello que sobre los capitales reguladores se acentúan los ciclos de la acumulación de capital (sobre la interpretación cíclica de la acumulación y su vínculo con las crisis recurrentes del capitalismo se recomienda el trabajo de Laibman (1992, parte III) así como el trabajo de Cajas-Guijarro (2018)), a la vez que estos capitales actúan como “precio-determinantes de cada sector merced a que sus condiciones técnicas de producción son las mejor reproducibles” (Boundi, 2019:124). Así, en cada sector los capitales reguladores son líderes en la definición de precios, mientras que los capitales no-reguladores actúan como seguidores de los precios definidos por los capitales reguladores (Shaikh, 2016:268).

Resultado de la interacción entre la competencia intra e intersectorial, las tasas de ganancia de los capitales reguladores de diferentes sectores tienden a igualarse sin que eso implique la igualdad en las tasas promedio de ganancia de los sectores (de igual manera la competencia real tampoco iguala las tasas promedio de ganancia entre países) (Shaikh, 2016:269). La única forma para que la competencia real iguale las tasas medias de ganancia sectoriales es que todas las empresas dentro de un sector sean idénticas (es decir, igualdad entre cualquier empresa capitalista individual, las empresas de capital promedio y las empresas de capital regulador). Semejante supuesto restrictivo es justo lo que la economía ortodoxa asume de forma explícita mientras que la economía heterodoxa lo suele asumir implícitamente según Shaikh (2008:167-71, 2016:269-70). Es decir, al interior de cada sector las empresas poseen tasas de ganancia distintas, mientras que entre sectores hay una tendencia a la igualdad en las tasas de ganancia, pero solo de las empresas de capitales reguladores. A su vez, esos capitales reguladores definen los precios al interior de su respectivo sector, mientras que los demás capitales actúan como seguidores (para un resumen más detallado de algunas características de la competencia real capitalista intra e intersectorial, ver Shaikh (2016:271)). Esta dinámica de la competencia capitalista real tiene efectos relevantes sobre el comercio internacional como, por ejemplo, la vigencia de las *ventajas absolutas de costo*.

## **2.2. Ventaja absoluta de costo y ganancias extraordinarias.**

A nivel internacional, la competencia real capitalista se da entre empresas tanto de un mismo país como de diferentes países (Shaikh, 2016:496-97; Emmanuel, 1972:240). Mientras que al interior de un país, sobre todo la competencia intrasectorial lleva a que las empresas recorten sus costos para reducir sus precios y desplazar a la competencia, en el comercio internacional dicha competencia intrasectorial provoca la vigencia del *principio de costo absoluto* (Smith [1776] 1973): los capitales ubicados en naciones de producción más eficiente o de salarios más bajos son probablemente más exitosos en la arena internacional, pues tales características permiten reducir costos de manera absoluta, es decir, otorgan una *ventaja absoluta de costo* (Shaikh 2016:502, 1980a, 1980b).

En otras palabras, cuando la competencia real capitalista se vuelve internacional, las empresas que producen una mercancía deben enfrentarse a los productores de la misma mercancía en su propio país y en otros países. Tal competencia intrasectorial hace que los costos unitarios sean cruciales pues el más bajo de éstos define a los capitales reguladores (Shaikh, 2016:510) los que, a su vez, determinan los precios de producción a escala global (Tsaliki et al., 2018:1045). Como resultado, a diferencia de la perspectiva convencional de las *ventajas comparativas* (Ricardo [1817] 1951), la noción de la *ventaja absoluta de costo* considera que los capitales de costos más bajos determinan el comercio internacional y aquellos países con capitales más costosos (y menos competitivos) sufren de crónicos déficits comerciales que son cubiertos con endeudamiento externo, aun bajo condiciones de “libre mercado” (Shaikh, 2016:505). Shaikh (2016:508-509) sugiere en especial dos críticas al enfoque ricardiano de las

ventajas comparativas aplicadas al comercio internacional: (a) al analizar el ajuste de precios necesario para alcanzar el equilibrio comercial Ricardo no toma en cuenta que precios y costos de producción se retroalimentan; (b) el enfoque ricardiano no considera adecuadamente las dinámicas de la balanza de pagos, en tanto que el desequilibrio comercial coexiste con el movimiento de capitales y/o la variación del endeudamiento. Para una comparación teórica entre el enfoque de la ventaja absoluta de Smith y las ventajas comparativas de Ricardo en el comercio internacional, ver Tsoulfidis y Tsaliki (2019, cap.7).

A criterio de Shaikh (2016:522), la vigencia de la ventaja absoluta de costo en el comercio internacional posee las siguientes implicaciones: (a) los costos comparativos y los términos de intercambio entre sectores se determinan por salarios reales relativos y productividades relativas de los capitales reguladores; (b) la dirección del balance comercial es determinada por la ventaja o desventaja absoluta de costo (mecanismo clásico) mientras que su magnitud depende de los ingresos nacionales relativos (mecanismo keynesiano); (c) los desbalances comerciales crean desbalances en las demás cuentas de la balanza de pagos, generando efectos sobre las tasas de interés que inducen a movimientos internacionales de capital en el corto plazo (mecanismo clásico) y afectan al ingreso nacional y a la producción por su efecto sobre la inversión (mecanismo keynesiano). Como corolario, los países con ventaja absoluta de costo obtienen superávits comerciales que los reciclan como préstamos al resto del mundo, mientras que los países con desventaja absoluta de costo adquieren déficits comerciales que los cubren con endeudamiento.

Además de los efectos mencionados, la vigencia de la ventaja absoluta de costo en el comercio internacional es relevante para describir cómo las *ganancias extraordinarias* surgen y se distribuyen de forma heterogénea entre empresas de países diferentes. A criterio de Boundi (2019), pueden distinguirse dos procesos que explican dichas ganancias en el contexto del comercio internacional: *intercambio desigual* y *trabajo potenciado*.

*Intercambio desigual.* Desde esta perspectiva, las ganancias extraordinarias provienen de la *transferencia de valor* desde las empresas tecnológicamente más rezagadas (y, por tanto, más intensivas en el uso de fuerza de trabajo y con menor *composición orgánica del capital*) a aquellas tecnológicamente más aventajadas (y de mayor composición orgánica). Tal visión coincide con la noción del *intercambio desigual* entre empresas capitalistas, que se desenvuelve en la esfera de la *circulación* (Grossman [1929] 2004; Carchedi, 1991; Shaikh, 1990, 2016; Boundi, 2019:121-23; Emmanuel, 1972). En términos muy generales, dentro de esta interpretación se puede aproximar a la composición orgánica del capital - en precios - a través de la ratio entre el dinero gastado en medios de producción (proxy del capital constante marxista) y el dinero gastado en fuerza de trabajo (proxy del capital variable marxista).

*Trabajo potenciado.* Según esta perspectiva, las ganancias extraordinarias se obtienen por las empresas de mejores condiciones técnicas de producción pues en éstas existe un *trabajo potenciado* (se produce la misma mercancía con un tiempo de trabajo menor al socialmente necesario) capaz de crear mayor valor en un mismo lapso de tiempo (aquí la ganancia extraordinaria desaparece cuando se estandariza la técnica de producción más eficiente). Esta visión, que coincide con la noción de *plusvalor extraordinario* generado desde la *producción* (Marx [1867] 2009:379-90; Boundi, 2019:123), sugiere que “los sectores exportadores de las naciones que disfrutaban de saldos comerciales superavitarios generan más valor por unidad de tiempo” (Boundi, 2019:127; Astarita, 2013).

Aunque Boundi presenta ambos enfoques como “contrapuestos” (2019:123), quizá sea más acertado pensar que, en un contexto de “desarrollo capitalista desigual”, cada proceso (intercambio desigual y trabajo potenciado) cumple diferentes roles para los capitales reguladores de las múltiples regiones que componen un heterogéneo *sistema-mundo capitalista* que, por simplicidad, se va a dividir entre *centros* y *periferia* (Wallerstein, 2005). La distinción centro-periferia que se emplea a continuación no niega la existencia de estructuras que podrían catalogarse como “sub-centros” o “sub-periferias” (Marini, 1973; Wallerstein, 2005; Osorio, 2015; Sotelo, 2017), que se dejan para una discusión teórica futura.

También se podría reflexionar sobre el surgimiento de ganancias extraordinarias a través de otros procesos asociados, por ejemplo, a la *acumulación por desposesión* propuesta por Harvey (2003).

### 2.3. Interacción centro-periferia en un contexto de competencia real capitalista.

Para comprender los potenciales efectos de la competencia real y la formación de ganancias en un sistema mundo capitalista compuesto por estructuras centro-periféricas, se puede proceder en dos pasos: primero se considera lo que sucede al interior de cada región de forma aislada y asumiendo solo competencia intrasectorial; luego se analiza la situación cuando ambas regiones (centros-periferia) interactúan y rige tanto la competencia real intra como intersectorial. Esta reflexión podría complejizarse considerando la existencia de *cadena globales de valor* en donde la periferia se especializa en productos de bajo valor agregado que sirven de insumos para la producción de mercancías sofisticadas en los centros, todo en un proceso global de producción de plusvalor (Kaplinsky & Morris, 2000; Gereffi, 2001; Carballa, Cédric & Knauss, 2016; Grinberg, 2016; Johnson, 2018).

#### 2.3.1. Competencia intrasectorial con centros y periferia aislados

Si se considera aisladamente a los centros y la periferia y se asume solo *competencia real intrasectorial*, es posible distinguir algunas tendencias. Por un lado, si se acepta la intuición *estructuralista* de que el progreso técnico no se difunde plenamente a través del comercio internacional, sino que se concentra mayormente en los centros (Prebisch, 1950, 1984:13-15), entonces *al interior* de esos centros los capitales reguladores obtienen sus ventajas absolutas de costo aplicando condiciones de producción técnicamente avanzadas que abaratan tanto el uso de fuerza de trabajo como el uso de insumos. Además, el uso de condiciones de producción mejores al promedio hace que, *al interior de los centros y a un nivel de competencia real intrasectorial*, los capitales reguladores obtengan ganancias extraordinarias gracias a la aplicación de trabajo potenciado. Nótese que tales ganancias nacen de la producción y surgen incluso si en los centros no existiera *competencia real intersectorial* ni relaciones con la periferia.

Igualmente desde una intuición *estructuralista* puede sugerirse que, por la escasa difusión del progreso técnico hacia la periferia, en el interior de ésta rige una *heterogeneidad estructural* en donde coexisten muy pocos *sectores modernos* de condiciones técnicas avanzadas, alta productividad y altos salarios y múltiples *sectores tradicionales* de condiciones técnicas rezagadas, baja productividad y bajos salarios (Pinto, 1969). Esa heterogeneidad hace que, *al interior de la periferia y a un nivel de competencia real intrasectorial*, emerjan dos patrones: los capitales reguladores modernos obtendrían ventajas absolutas de costo con condiciones técnicas de producción avanzadas que permiten aplicar trabajo potenciado y obtener ganancias extraordinarias (situación similar a los centros). En cambio, desde una intuición *dependentista* podría plantearse que los capitales reguladores tradicionales, al poseer condiciones técnicas rezagadas, obtienen sus ventajas absolutas pagando a la fuerza de trabajo un salario menor y/o exigiendo una intensidad laboral mayor al promedio sectorial, es decir, aplican una *sobreexplotación laboral* que amplía las ganancias al crear plusvalor relativo, lo que incrementa la tasa de explotación y genera un elevado *subempleo* (entendido de forma muy genérica como el empleo de fuerza de trabajo bajo condiciones de sobreexplotación laboral) (Marini, 1973; Cajas-Guijarro, 2015; Marx [1867] 2009). “La ventaja absoluta no es sino ventaja en la tasa de explotación o tasa de plusvalía” (Guerrero, 1995). Aquí va a entenderse que la tasa de explotación puede aproximarse de forma muy general por medio de la relación entre ganancias capitalistas y el gasto total en salarios (como *proxy* a la relación plusvalor/capital variable marxista).

Asimismo, ante el retraso de sus condiciones técnicas de producción, los capitales reguladores tradicionales también pueden buscar ventajas absolutas de costo a través de la sobreexplotación de la naturaleza por medio de la expansión de actividades extractivistas. Por *extractivismo* puede entenderse a la extracción masiva de recursos naturales, casi sin procesar, con el único propósito de exportarlos a los mercados internacionales (ver Gudynas, 2009). Cabría pensar en un potencial vínculo entre extractivismo y especulación financiera, tema que se propone para una investigación futura. En todos los casos, nótese que las ganancias en los sectores modernos y tradicionales nacen en la producción y

la distribución y existen incluso si la periferia no tuviera *competencia real intersectorial* ni ninguna relación con los centros.

### 2.3.2. Competencia intra e intersectorial con interacción centros-periferia

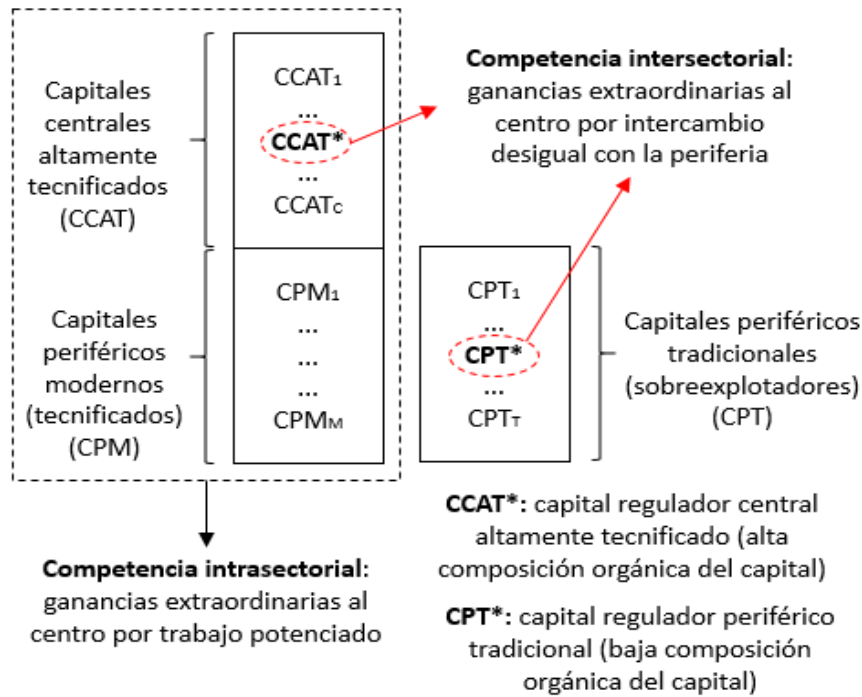
Ahora se considera el caso de centros y periferia *interactuando* bajo *competencia real intra e intersectorial*. Por un lado, la concentración del progreso técnico en los centros hace que sus capitales reguladores locales sean también reguladores a nivel global en los sectores donde las ventajas absolutas de costo por mejores condiciones técnicas superan a las ventajas absolutas de la periferia. En cambio, en los sectores donde las ventajas absolutas provenientes de la sobreexplotación laboral-natural en la periferia se sobreponen a aquellas ventajas de los centros, sucederá que los capitales reguladores periféricos de sectores tradicionales serán también reguladores a escala global (en teoría podría pensarse en casos donde las condiciones técnicas de los sectores modernos de la periferia superen a los centros y, por tanto, los capitales reguladores modernos de la periferia se vuelvan reguladores también a nivel global. Por ahora este caso se deja de lado pues parece más bien excepcional bajo las condiciones actuales de la competencia capitalista internacional). Así, las diferencias estructurales entre centros y periferia llevan a que la competencia intersectorial se dé preferentemente a través del movimiento internacional de capitales entre *capitales reguladores centrales altamente tecnificados* (cuya ventaja absoluta de costo global se basa en condiciones técnicas de producción avanzadas) y *capitales reguladores periféricos tradicionales* (que sustentan su ventaja absoluta global en la sobreexplotación laboral-natural). Tales capitales reguladores definirían los precios de producción de los sectores involucrados en el comercio internacional, mientras que los capitales no-reguladores tanto del centro como de la periferia actuarían como seguidores. Esta interpretación es relativamente cercana a la intuición sobre la competencia capitalista y la formación de “precios monopólicos” entre centros y periferia sugerida por Dussel (2008).

A su vez, recordando que los centros capitalistas concentran el progreso técnico, podría considerarse que los capitales reguladores centrales altamente tecnificados poseen elevadas composiciones orgánicas de capital mientras que los capitales reguladores periféricos tradicionales poseen composiciones orgánicas bajas. Dicha diferencia entre composiciones orgánicas hace que los movimientos de capital causados por la competencia intersectorial, que tienden a nivelar las tasas de ganancia de los capitales reguladores a escala global, generen un *intercambio desigual* en donde parte de las ganancias de los capitales reguladores periféricos se transfieran a los capitales reguladores centrales (Emmanuel, 1972; Amin, 1974; Amín et al., 1976; Marx [1894] 2009). De ese modo, las ganancias extraordinarias de los capitales reguladores centrales altamente tecnificados se obtendrían tanto del trabajo potenciado (que aventaja a estos capitales en comparación a los capitales seguidores centrales y periféricos) como del intercambio desigual que mantienen con los capitales reguladores periféricos tradicionales, tal como se ilustra en el Gráfico 1.

En resumen, la competencia real crea capitales reguladores centrales altamente tecnificados que generan balances comerciales positivos para los centros capitalistas tanto por las ganancias extraordinarias recibidas por trabajo potenciado como por intercambio desigual. En cambio, esa misma competencia real crea capitales reguladores periféricos tradicionales que buscarían balances comerciales positivos para la periferia con una ventaja absoluta de costo basada en la sobreexplotación laboral-natural, que en el caso laboral incrementa el subempleo y la tasa de explotación mientras que en el caso natural expande las actividades extractivistas que sobreexplotan a la naturaleza. Por tanto, *en la periferia* se podría considerar que el balance comercial de cada sector estaría muy vinculado a la ventaja absoluta de costo generada por la sobreexplotación laboral, el alto subempleo, una elevada tasa de explotación y la participación de actividades basadas en el extractivismo. Y cuando la sobreexplotación laboral-natural no genera una ventaja absoluta suficiente, surge un déficit comercial en la periferia que afecta negativamente su ingreso, su producción y le presiona a incrementar su endeudamiento externo.



**Gráfico 1. Competencia real entre capitales del centro y la periferia.**



Fuente: Elaboración propia.

Además, este efecto de la competencia real a escala internacional permite sugerir un potencial vínculo *cíclico* dentro de la periferia entre producción-ingreso, subempleo, explotación laboral y balance comercial. Una dinámica que hace recordar la causación circular acumulativa sugerida por Myrdal (1957). Por ejemplo, un incremento exógeno del producto causado por una expansión autónoma de la demanda agregada puede reducir el subempleo e incrementar el *poder de negociación* de los trabajadores para exigir mejores salarios y condiciones laborales, lo que reduce la explotación laboral y, por tanto, también reduce la tasa de explotación (Goodwin, 1967; Cajas-Guijarro, 2018). Como los capitales reguladores periféricos tradicionales basan una parte de sus ventajas absolutas de costo en la sobreexplotación laboral, entonces una menor tasa de explotación reduce dichas ventajas absolutas y, por tanto, se tiende al déficit comercial y a una potencial contracción del ingreso y la producción. Sin embargo, esa contracción de la producción-ingreso puede deteriorar las condiciones laborales, aumentar el subempleo, debilitar a los trabajadores, aumentar la tasa de explotación y recuperar la ventaja absoluta de costo sobreexplotadora que tiende a generar un superávit comercial, lo que aumenta la producción-ingreso y consolida el proceso cíclico. Así, bajo esta interpretación, en la periferia surge una *causalidad* que podría ir de la producción-ingreso al subempleo, luego a la tasa de explotación, a los balances comerciales (por la ventaja absoluta de costo basada en la sobreexplotación) y, de nuevo a la producción-ingreso. Esta interpretación podría hacerse en términos más formales usando como referencia la síntesis propuesta por Dávila-Fernández et al. (2019) en donde se junta el efecto del poder de negociación de los trabajadores en los salarios, la endogeneidad del progreso técnico y las restricciones al crecimiento económico por balanza de pagos en un proceso cíclico. A dicha síntesis se podría agregar el vínculo entre el balance comercial periférico y la sobreexplotación laboral proveniente de la vigencia del principio de la ventaja absoluta de costo, así como los movimientos de capitales causados por la competencia real. Dicha interpretación analítica se deja planteada para un trabajo futuro.

En conclusión, la competencia real internacional hace que en la periferia los capitales reguladores tradicionales busquen ventajas absolutas de costo y superávits comerciales con la sobreexplotación laboral-natural. Por cierto, dicha sobreexplotación suele ubicarse en sectores exportadores sobre todo

de productos primarios carentes de tecnificación, lo que entrapa a la periferia en una situación que impide *transformaciones estructurales* que incrementen la productividad de sus procesos de producción y mejoren las condiciones de empleo. Para algunos, la posibilidad de que en la periferia se pueda sobreexplotar a la fuerza de trabajo y a la naturaleza con mayor facilidad que en los centros crea incluso una suerte de *maldición de la abundancia* en donde esa sobreexplotación laboral-natural junto con el “rentismo” y otras “patologías” refuerzan las estructuras periféricas. Para una discusión al respecto ver Acosta y Cajas-Guijarro (2016a, 2016b).

Además, al no darse dichas transformaciones, se refuerza el *poder* de los capitales reguladores centrales altamente tecnificados, mientras que la periferia termina en una condición de *dependencia* (Dos Santos, 1970): para mantener sus procesos de acumulación, la periferia requiere importar los medios de producción creados por los centros, cargados de sofisticación técnica y vendidos a precios impuestos por los capitales reguladores centrales. Para financiar esas importaciones, la periferia incurre en superávits comerciales sostenidos desde las ventajas absolutas ganadas por la sobreexplotación laboral-natural, y cuando esos superávits son insuficientes o decaen, no queda más alternativa que recurrir al endeudamiento externo (que, por cierto, también tendría un potencial comportamiento cíclico). Basta revisar la situación contemporánea concreta de las sociedades periféricas para comprender que esta interpretación de cómo se insertan en el sistema mundo capitalista parece más plausible que la interpretación convencional propuesta desde el principio de las ventajas comparativas y sus distintas variantes contemporáneas.

### **3. Breve revisión de literatura empírica y propuesta metodológica.**

Los intentos de evaluar empíricamente los efectos de la vigencia de las ventajas absolutas de costo en un contexto de competencia real internacional son escasos (mucho más abundantes son, por ejemplo, los intentos de estudiar empíricamente el *intercambio desigual*. Sobre el debate teórico del intercambio desigual y los intentos por operacionalizarlo empíricamente se recomienda ver la reseña de Ricci (2019:227-28)). Entre esos intentos se encuentra el trabajo de Seretis y Tsaliki (2016) quienes, usando información insumo-producto, estiman que la existencia de ventajas absolutas de costo entre cuatro países de la zona euro (Grecia, España, Finlandia y Holanda) lleva al surgimiento de transferencias de valor propias del intercambio desigual. A su vez, Tsaliki et al (2018), también usando información insumo-producto, estiman que Alemania tendría una ventaja absoluta de costo en su comercio con Grecia, lo que provocaría un intercambio desigual reflejado en la transferencia de valor desde Grecia a Alemania. Por su parte, Tsoulfidis y Tsaliki (2019, cap.7), igualmente usando información insumo-producto y datos de comercio bilateral, muestran la aplicabilidad del principio del intercambio desigual y la vigencia de las ventajas absolutas de costo en el comercio bilateral de tres pares de países, Alemania-Grecia, Estados Unidos-China y Estados Unidos-Alemania, encontrando que las transferencias de valor de los países menos avanzados a los más avanzados estaría más vinculadas a los movimientos de capitales y las productividades entre países, y menos vinculadas a la contracción salarial.

Otro grupo de trabajos relevantes incluye a Boundi (2017), donde por medio de un test de cointegración se estima que el tipo de cambio real efectivo entre España y Alemania depende a largo plazo de los costos laborales relativos unitarios de las industrias de cada país (como resultado de la vigencia de la ventaja absoluta de costo). De forma similar, Boundi (2019) usa información de *The World Input-Output Database Release 2016* y un análisis de cointegración en panel para mostrar que el tipo de cambio real efectivo entre sectores manufactureros españoles y de los demás socios de la Unión Europea se encuentra regulado por los costos laborales y por las diferencias intrasectoriales de la tasa de ganancia.

A diferencia de estos y otros trabajos, el presente artículo no busca estudiar la vigencia de la ventaja absoluta de costo en el comercio bilateral entre países capitalistas relativamente desarrollados o algún vínculo histórico entre costos laborales y tipo de cambio real. Más bien busca estudiar la

potencial dinámica cíclica entre producción-ingreso, subempleo, explotación laboral y balances comerciales al interior de los países de la periferia capitalista a causa de la relación comercial que mantienen sus actividades económicas con el resto del mundo; relación en teoría regida por la competencia real capitalista y por la búsqueda de ventajas absolutas de costo basadas en la sobreexplotación laboral-natural, tal como se sugirió en la motivación teórica de la sección 2.

Para evaluar la existencia de la retroalimentación cíclica sugerida en términos teóricos dentro de las diferentes actividades económicas al interior de un país capitalista periférico, se propone usar un modelo de vectores autorregresivos en datos de panel (PVAR) donde se usa un panel de datos cuya *dimensión temporal* recoge cada instante de tiempo  $t$  (p.ej. años), mientras que su *dimensión transversal* recoge a cada actividad económica  $c$  del país periférico que mantiene relaciones comerciales con el resto del mundo. Dentro de dichas actividades cabría incluir tanto a aquellas intensivas en fuerza de trabajo como aquellas basadas en el extractivismo a fin de incluir el efecto sobre los demás sectores generados por el ingreso de recursos a causa de las exportaciones de productos primarios casi sin procesar.

Dadas las dimensiones temporal y transversal, y siguiendo la propuesta de Canova y Ciccarelli (2004) y Love y Zicchino (2006), se puede construir un modelo PVAR con una especificación como la que se presenta en la expresión (1).

$$Y_{ct} = A_t Y_{ct-1} + \dots + A_i Y_{ct-i} + \dots + A_p Y_{ct-p} + V_{ct} \quad (1)$$

donde  $Y_{ct} = (Y_{ct}^1, \dots, Y_{ct}^k)^T$  es un vector que contiene a las  $k = 4$  variables de interés sobre las cuales se asume un comportamiento endógeno y cíclico para las actividades económicas del país periférico dentro del período de tiempo estudiado (producto, tasa de subempleo, tasa de explotación y balances comerciales),  $A_i$  es una matriz de parámetros asociada al  $i$ -ésimo rezago del vector de variables  $Y_{ct-i}$ ,  $V_{ct} = (v_{ct}^1, \dots, v_{ct}^k)^T$  es un vector de efectos no recogidos por los componentes autorregresivos, y  $p$  es el número total de rezagos a emplear en el modelo.

Debido a las *diferencias idiosincráticas* que poseen las múltiples actividades económicas al interior de un país periférico (las cuales complican la estimación de un comportamiento empírico general), es adecuado que en la modelación PVAR se controlen los *efectos fijos* del panel de datos. Para aplicar dicho control se usa la transformación de Helmert (Lee & Yu, 2010), lo que también mitiga los problemas de correlación que podrían emerger en los retardos de las variables endógenas (Love & Zicchino, 2006).

A su vez, para que la aplicación de un modelo PVAR no genere resultados espurios ni un comportamiento explosivo ante shocks exógenos, se debe verificar que las variables utilizadas en el modelo sean *estacionarias* o en su defecto que dichas variables hayan recibido las transformaciones adecuadas hasta alcanzar la estacionariedad (Lardic & Mignon, 2002; Melguizo, 2015). Para esta verificación de estacionariedad se puede aplicar tanto el test de estacionariedad individual de Levin-Lin-Chu (Levin, Lin & Chu, 2002) como el test de estacionariedad conjunta de los multiplicadores de Lagrange de Hadri (2000). Asimismo, para evaluar que las variables endógenas no generan comportamientos explosivos dentro del modelo PVAR, se puede obtener los valores propios  $\lambda^i$  del determinante  $|\lambda^p I - \lambda^{p-1} A_1 - \dots - A_p| = 0$  y revisar que todos se encuentran dentro del *círculo unitario* (Hamilton, 1994).

Para estimar los parámetros y los efectos no recogidos por las variables endógenas del modelo PVAR (es decir, estimar  $A_i$  y  $V_{ct}$ ) se puede usar el método generalizado de momentos (MGM), lo que permite que los parámetros estimados sean *consistentes* y gocen de *normalidad asintótica*, siempre y cuando las variables sean estacionarias (Hansen, 1982; Arellano & Bover 1995; Abrigo & Love, 2016). Respecto a la elección de retardos del modelo, se usan los criterios de selección y momentos consistentes de los modelos MGM (análogos a los criterios de información de Akaike y Schwarz) propuestos por Andrews y Lu (2001) a partir del trabajo de Hansen (1982).

Una vez que el modelo es estimado y validado, es factible efectuar una versión en panel del *test de causalidad en el sentido de Granger* (1969) entre las variables endógenas del modelo (test disponible gracias a los desarrollos de Abrigo y Love (2016)). Así, al considerar como ejemplo un modelo con dos variables endógenas representado en las expresiones (2) y (3):

$$Y_{ct}^{1*} = (a_{11}^1 Y_{ct-1}^{1*} + \dots + a_{11}^p Y_{ct-p}^{1*}) + (a_{12}^1 Y_{ct-1}^{2*} + \dots + a_{12}^p Y_{ct-p}^{2*}) + v_{ct}^{1*} \quad (2)$$

$$Y_{ct}^{2*} = (a_{21}^1 Y_{ct-1}^{1*} + \dots + a_{21}^p Y_{ct-p}^{1*}) + (a_{22}^1 Y_{ct-1}^{2*} + \dots + a_{22}^p Y_{ct-p}^{2*}) + v_{ct}^{2*} \quad (3)$$

Se dice que la variable  $Y_{ct}^{1*}$  causa en el sentido de Granger a la variable  $Y_{ct}^{2*}$  si al menos uno de los valores pasados de  $Y_{ct}^{1*}$ , es decir  $Y_{ct-1}^{1*}, \dots, Y_{ct-p}^{1*}$ , incluidos en el modelo de la expresión (3) es un predictor estadísticamente significativo del valor presente de  $Y_{ct}^{2*}$  incluso cuando en el modelo se incluyen los retardos de esta última variable, es decir  $Y_{ct-1}^{2*}, \dots, Y_{ct-p}^{2*}$ . En otras palabras, se dice que  $Y_{ct}^{1*}$  causa en el sentido de Granger a  $Y_{ct}^{2*}$  si al estimar el modelo de la expresión (3) se rechaza la hipótesis nula de que ningún coeficiente asociado a los retardos  $Y_{ct-1}^{1*}, \dots, Y_{ct-p}^{1*}$  es estadísticamente significativo, es decir se rechaza  $H_0: a_{21}^1 = \dots = a_{21}^p = 0$ . Análogamente, se dice que  $Y_{ct}^{2*}$  causa en el sentido de Granger a  $Y_{ct}^{1*}$  si al estimar el modelo de la expresión (2) se rechaza la hipótesis nula  $H_0: a_{12}^1 = \dots = a_{12}^p = 0$ . Por su parte, si al mismo tiempo se rechazan las dos hipótesis nulas planteadas para los modelos (2) y (3), se deduce que ambas variables son endógenas y relevantes para el sistema, aunque la causalidad no puede ser plenamente aceptada pues podría existir una tercera variable omitida que influya sobre ambas.

Además de la causalidad en el sentido de Granger, con el modelo PVAR es posible obtener *funciones de impulso respuesta* (FIR) con las que se estima el efecto que tiene un shock en cada una de las variables endógenas sobre las demás variables. Tales funciones son adecuadas si no existe correlación entre los errores de las variables del sistema, es decir, si la matriz varianza-covarianza  $\Sigma = E[V_{ct} V_{ct}^T]$  asociada al vector de errores  $V_{ct}$  es *diagonal*. Sin embargo, tras estimar un modelo PVAR esa matriz usualmente no es diagonal, es decir  $Cov[v_{ct}^i v_{ct}^j] \neq 0$ . Para resolver tal limitante se puede transformar linealmente al vector de errores  $V_{ct}$  pre-multiplicándolo por el inverso de una matriz diagonal inferior (con elementos unitarios en la diagonal)  $L$  obtenida de la descomposición de Cholesky bajo la que se sabe que  $\Sigma = LL^T$  (dado que la matriz de varianza-covarianza es simétrica y definida positiva), obteniéndose así un vector de errores transformados  $U_{ct} = L^{-1}V_{ct}$  cuyos elementos no están correlacionados entre sí pues su matriz de varianza-covarianza asociada es igual a la identidad:

$$E[U_{ct} U_{ct}^T] = E[L^{-1} V_{ct} V_{ct}^T (L^{-1})^T] = L^{-1} \Sigma (L^{-1})^T = I$$

Dicha no-correlación permite estimar funciones impulso-respuesta para un modelo pre-multiplicado por la matriz  $L^{-1}$ , transformación que provoca que el orden de las variables en el modelo indique un diferente *grado de endogeneidad*, siendo la primera variable la *menos* endógena y la última variable la *más* endógena (Tsay, 2005).

Finalmente, tras estimar las funciones de impulso-respuesta, se puede efectuar la *descomposición de varianza del error de predicción* del modelo PVAR, lo que permite revisar cómo cambian las variables más endógenas ante shocks en las variables más exógenas, considerando la acumulación de efectos en el tiempo (Love & Zicchino, 2006).

Por medio de la estimación de un modelo PVAR bajo las condiciones que se acaba de explicar, y en especial con la aplicación del test de causalidad de Granger, es factible estimar si son estadísticamente significativas las interacciones entre la producción, el subempleo, la explotación laboral y los balances comerciales de las diferentes actividades económicas dentro de un país periférico que mantiene relaciones comerciales con el resto del mundo. Aquí interesa, sobre todo, que se pueda

identificar alguna evidencia de que el subempleo y la tasa de explotación laboral causan en el sentido de Granger a los déficits comerciales, lo que daría cierto respaldo a la hipótesis de que los capitales reguladores periféricos buscan ventajas absolutas de costo por medio de la sobreexplotación laboral (a más de la sobreexplotación natural que se tomaría en cuenta al incluir actividades extractivistas en el modelo). A su vez, con la estimación de las funciones impulso-respuesta considerando el orden de endogeneidad producción-subempleo-explotación laboral-balances comerciales (sugerido desde la motivación teórica de la sección 2) resulta factible evaluar si entre las variables mencionadas existe alguna dinámica de carácter cíclico, lo que reforzaría la hipótesis de que la forma en la que los países de la periferia capitalista se integran a la competencia real internacional genera una dinámica cíclica a nivel interno.

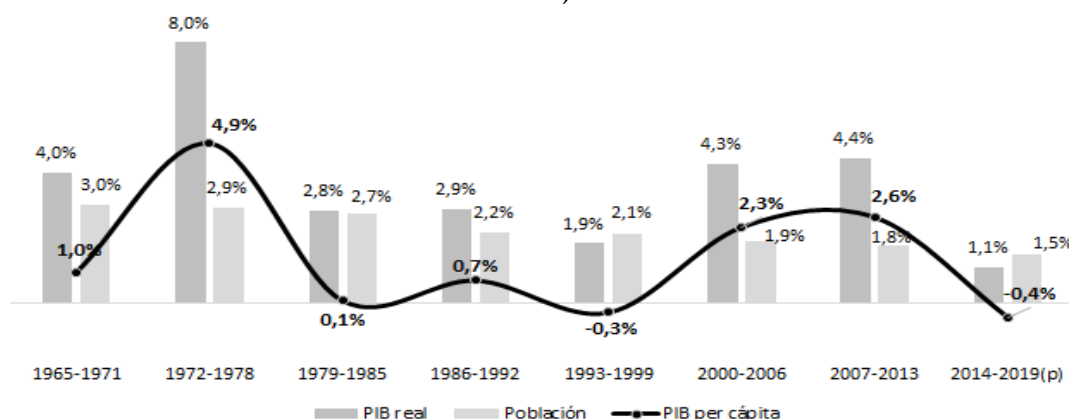
#### 4. Caso de estudio: el capitalismo periférico ecuatoriano.

##### 4.1. Algunas tendencias históricas-cíclicas del capitalismo ecuatoriano.

El Ecuador puede tomarse como un ejemplo típico de un país capitalista periférico cuya inserción en la competencia real del capitalismo internacional parece generar en su economía interna un comportamiento cíclico en donde se combina la sobreexplotación laboral en actividades enfocadas a sobre todo en productos primarios (p.ej. exportaciones bananeras) con la sobreexplotación natural que emerge de actividades extractivistas (p.ej. exportaciones petroleras). Toda esta dinámica parece generar ciclos de mediana y larga duración en la producción, el subempleo, la explotación laboral y los balances comerciales.

Una muestra del potencial comportamiento cíclico del capitalismo periférico ecuatoriano se evidencia en el gráfico 2, el que presenta una sucesión de épocas de crecimiento económico acelerado y otras de crecimiento ralentizado (e incluso de decrecimiento) según información histórica oficial del Banco Central del Ecuador (BCE). Por ejemplo, durante el primer boom petrolero vivido por el país entre 1972-1978 el producto interno bruto per cápita tuvo en promedio una tasa de crecimiento real anual de casi 5%, tras lo que el crecimiento promedio se quedaría estancado en menos de 1% en todo el período 1979-1999 (etapa en donde se combinó tanto la década neoliberal de los años 80 con la crisis financiera de los 90). Luego vendría un segundo boom petrolero que, entre los períodos 2000-2006 y 2007-2013, promovería un crecimiento del producto per cápita real de alrededor de 2,5%, que se agotó con la caída de los precios del petróleo de fines de 2014, dando inicio a una etapa de estancamiento económico del país que persiste hasta 2019.

**Gráfico 2. Promedio de tasas de crecimiento real del PIB, PIB per cápita y población (Ecuador, 1965-2019).**

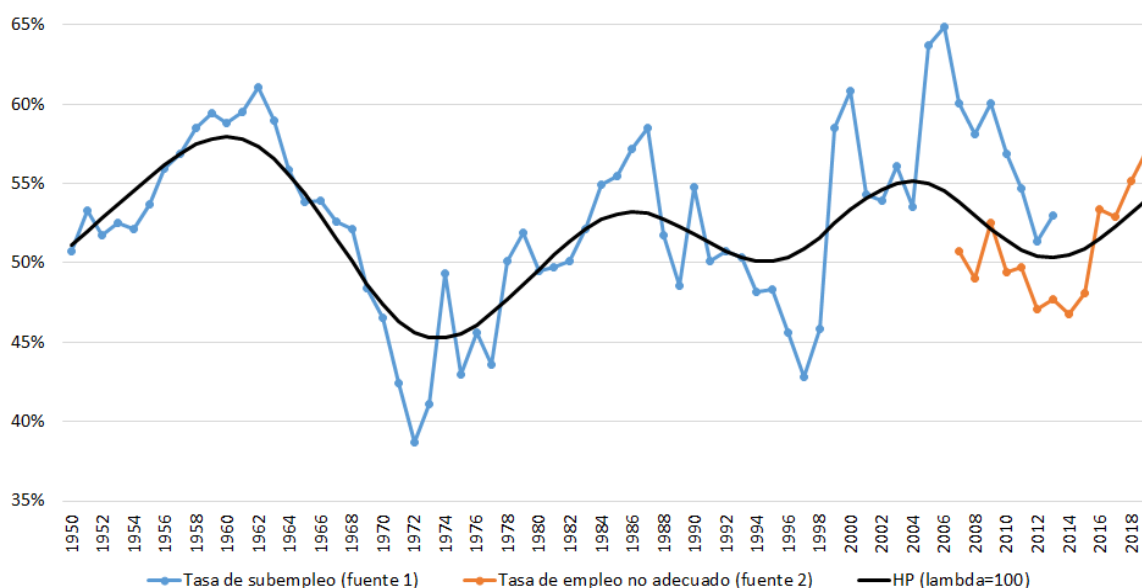


Nota: Para 2019 se usa una previsión oficial.

Fuente: BCE. Elaboración a partir del trabajo de Acosta y Cajas-Guijarro (2018).

Así como la producción parece mostrar un comportamiento cíclico de medio a largo plazo en términos agregados, también es posible identificar un potencial comportamiento cíclico en la dinámica del subempleo o empleo no adecuado. Por ejemplo, en el Gráfico 3 se presenta, por un lado, una estimación histórica de la tasa de subempleo obtenida a partir de las fuentes y métodos propuestos en el trabajo de Noroña y Cajas-Guijarro (2014, anexo A.2) y, por otro lado, se presenta la tasa oficial de empleo no adecuado del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador (INEC). Cabe aclarar que por toda la diversidad de fuentes utilizadas, las estimaciones históricas de Noroña y Cajas-Guijarro (2014) deben tomarse únicamente en términos referenciales y no como estimaciones definitivas. En el mencionado Gráfico 3 puede notarse sobre todo el aumento del subempleo en las décadas de los 80, 90 e incluso hasta mediados de los 2000, quizá como respuesta a todo el deterioro laboral vivido en tiempos neoliberales y como resultado de la crisis financiera. Luego se nota una reducción del empleo no adecuado entre 2007-2014, coincidiendo con el momento más intenso del segundo boom petrolero. Posteriormente, el empleo no adecuado ha ido creciendo desde 2015 hasta el primer semestre de 2019 como consecuencia del estancamiento económico persistente que vive el país en dicho período.

**Gráfico 3. Estimación histórica de la tasa de subempleo-empleo no adecuado (Ecuador, 1950-2019).**



Nota: Para 2019 se usa dato oficial al primer semestre del año.

HP: Filtro Hodrick-Prescott con factor de suavizamiento  $\lambda = 100$ .

Fuente 1: Estimaciones del trabajo de Noroña y Cajas-Guijarro (2014) a partir del BCE y del INEC.

Fuente 2: Tasa de empleo no adecuado oficial del INEC hasta primer semestre de 2019.

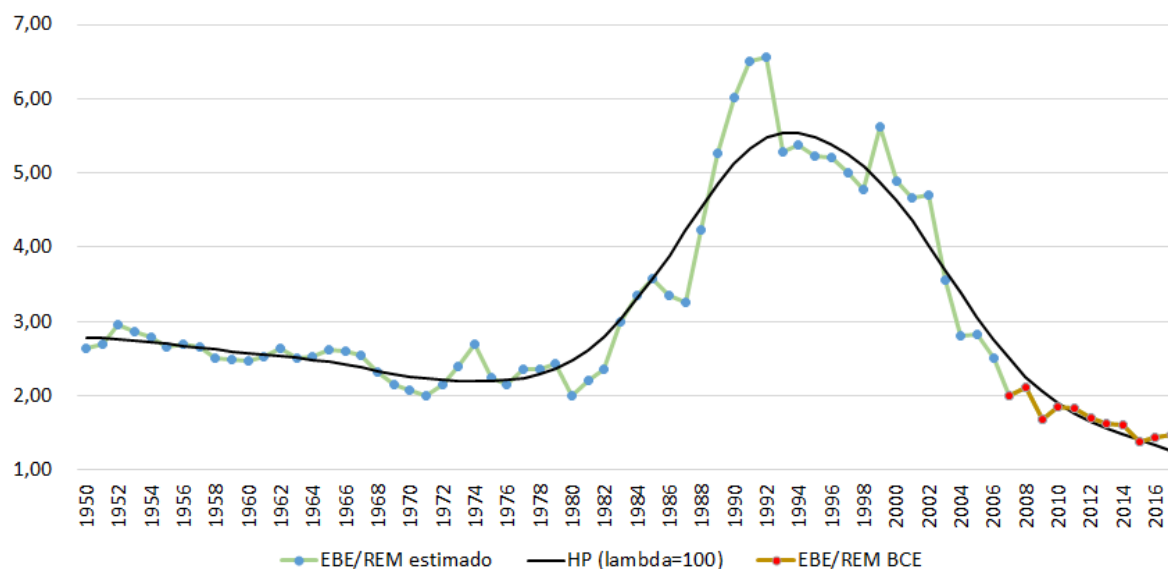
Elaboración propia.

Sobre la dinámica de la tasa de explotación laboral, ésta puede aproximarse por medio de la pugna distributiva descrita en la ratio entre *excedente bruto de explotación / remuneraciones a los asalariados*, que se toma como *proxy* de una ratio ganancias/salarios. Siendo más rigurosos, el excedente bruto de explotación recoge tanto a las ganancias del capital como a los ingresos obtenidos por trabajadores por cuenta propia de la venta de sus negocios. De todas formas, ante la carencia de información más detallada, se asume que la participación de las ganancias del capital es mayoritaria. Para una discusión metodológica del uso de la ratio excedente bruto de explotación / remuneraciones a los asalariados como *proxy* de la tasa de explotación, ver Noroña y Cajas-Guijarro (2014).

A través de las estimaciones históricas y la información oficial de esta variable presentadas en el Gráfico 4 se evidencia un fuerte deterioro de los salarios con respecto a las ganancias especialmente en

las décadas de los 80 y 90 (llegando hasta a una relación de 5 a 1), lo que tiene cierta correspondencia con el deterioro laboral y salarial propios de épocas neoliberales y de crisis. Después se observa una recuperación relativa de los salarios en los años 2000, aunque la misma parece haberse estancado entre 2015-2017. Resultado de este comportamiento, parecería que la explotación laboral muestra un solo gran ciclo que recoge la transición entre etapa neoliberal, crisis financiera y segundo boom petrolero.

**Gráfico 4. Estimación histórica de la ratio excedente bruto de explotación / remuneración a los asalariados (EBE/REM) (Ecuador, 1950-2017).**



HP: Filtro Hodrick-Prescott con factor de suavizamiento  $\lambda = 100$ .

Fuente 1: Estimaciones del trabajo de Noroña y Cajas-Guijarro (2014) a partir de información del BCE y del INEC entre 1950-2006. Fuente 2: Tasa oficial del BCE entre 2007-2017.

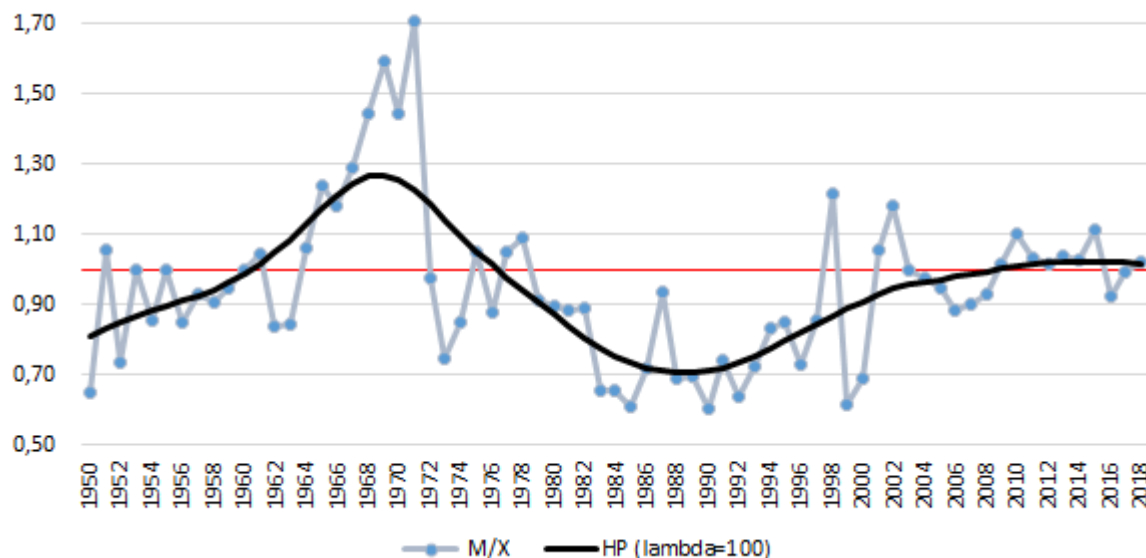
Elaboración propia.

En cuanto a los balances comerciales, una forma de revisar su evolución histórica es por medio de la ratio *importaciones / exportaciones*, que se presenta en el Gráfico 5 y también parece mostrar comportamientos cíclicos de larga duración resaltando los importantes superávits del primer boom petrolero y los déficits que vendrían después con la crisis de los años 80 y 90. En cambio, el segundo boom petrolero no dejó al país superávits comerciales tan importantes como el primero, en especial porque en el período 2007-2013 aumentó la dependencia del país en la importación de medios de producción tal como indica el aumento del peso de las importaciones de insumos y bienes de capital con respecto al PIB evidenciado en dichos años (Por ejemplo, mientras que en 2007 la ratio entre importaciones de materias primas / PIB fue de 8,8% para 2013 llegó a 12,4%; en cambio la ratio entre importaciones de bienes de capital / PIB entre 2007-2013 aumentó de 6,9% a 10,5%, todo según información oficial del BCE). Es decir, a diferencia del primer boom petrolero, en el segundo boom la expansión económica exacerbó las importaciones antes que generar fuertes superávits comerciales.

Las tendencias históricas arriba descritas parecen brindar argumentos a favor de que al interior del capitalismo periférico ecuatoriano hay importantes comportamientos cíclicos de mediano-largo plazo en la producción, el subempleo (o empleo no adecuado), la explotación laboral y los balances comerciales (Para más detalles sobre las tendencias históricas-cíclicas del capitalismo ecuatoriano se puede revisar los trabajos de Noroña y Cajas-Guijarro (2014) y Cajas-Guijarro y Acosta (2017)). Ahora, para definir si tales tendencias históricas-cíclicas del capitalismo ecuatoriano poseen algún vínculo con la forma como el país se inserta en el proceso de competencia real internacional, es necesario revisar

con más detalle las condiciones concretas en las que las actividades económicas ecuatorianas participan del comercio internacional y de las condiciones económicas locales.

**Gráfico 5. Ratio histórica de importaciones/exportaciones (M/X) (Ecuador, 1950-2018).**



Nota: Línea roja horizontal indica equilibrio comercial (X=M)  
 HP: Filtro Hodrick-Prescott con factor de suavizamiento  $\lambda = 100$ .  
 Fuente: BCE. Elaboración propia.

#### 4.2. Datos y tendencias sectoriales ecuatorianas para el período 2007-2016.

La hipótesis sobre la potencial interacción cíclica entre producción, subempleo, explotación laboral y balances comerciales (que teóricamente se ha argumentado que proviene de la búsqueda por parte de la periferia capitalista de ventajas absolutas de costo a través de la sobreexplotación laboral-natural) puede ser contrastada para el caso ecuatoriano para el período 2007-2016 a nivel de actividades económicas. Tal período ha sido seleccionado porque brinda la mayor disponibilidad de información detallada y consistente a nivel de actividades económicas al momento de escribir este trabajo, además de que captura tanto el punto más elevado del segundo boom petrolero del país como el inicio del posterior estancamiento económico (es decir, captura el último cambio de ciclo de mediano-largo plazo del capitalismo ecuatoriano). Las principales fuentes de información consultadas son las *Tablas oferta Utilización* (TOU) del BCE, la *Encuesta Nacional de Empleo y Desempleo Urbano-Rural* (ENEMDU) del INEC, y la base de datos de comercio de Naciones Unidas (COMTRADE).

La información fue armonizada usando las correspondencias de la clasificación industrial internacional uniforme (CIIU) entre las versiones 3 y 4 y de éstas con la versión 2 de la clasificación uniforme de comercio internacional (CUCI). De esa armonización ha sido posible obtener un panel de datos compuesto por 43 actividades económicas observadas durante 10 años. Para ese panel de 430 observaciones se obtienen las siguientes variables en concordancia tanto con la reflexión teórica de la sección 2 como con las tendencias históricas-cíclicas presentadas en la subsección 4.1: el *PIB por actividad económica* (PIB), como proxy de la dinámica de la producción y del ingreso; la *ratio entre empleo no adecuado y población económicamente activa* (ENA/PEA) (usando las categorías de empleo más actuales propuestas por el INEC), como proxy de la proporción de trabajadores que sufren de *sobreexplotación* y, por tanto, se ubican en el *subempleo*; la *ratio entre excedente bruto de explotación y remuneraciones* (EBE/REM) como proxy de la pugna distributiva entre ganancias y salarios; la *ratio*



*importaciones/exportaciones* (M/X) como proxy del balance comercial del Ecuador en su comercio internacional con el resto del mundo. Dentro del empleo no adecuado el INEC incluye a los *subempleados* (quienes reciben un ingreso laboral menor al salario básico y/o trabajan una jornada menor a la legal y desean y pueden trabajar más horas), el *empleo no remunerado* y *otro empleo no pleno* (quienes reciben un ingreso laboral menor al salario básico y/o trabajan menos de la jornada legal pero no desean o no pueden trabajar más hora). Así, la categoría de empleo no adecuado del INEC sería lo más cercano a la intuición que convencionalmente se tiene de subempleados como aquellos trabajadores que reciben un salario por debajo del valor de su fuerza de trabajo.

Los gráficos 6 a 9 muestran los valores que toman estas variables para las diferentes actividades económicas considerando los años 2007 y 2016 como referencia.

Así, el Gráfico 6 indica que en 2016 las actividades de mayor producción dentro del panel de datos analizado son: extracción de petróleo; producción de banano, café y cacao; procesamiento de camarón; procesamiento de carne; cría de ganado; producción de otros productos químicos; fabricación de cemento; producción de productos de madera; silvicultura; acuicultura. De estas actividades, según el Gráfico 7 en 2016 la producción de banano, café y cacao, la cría de ganado, la silvicultura y la acuicultura tuvieron a más del 40% de su población económicamente activa en condiciones de empleo no adecuado. Por su parte, el Gráfico 8 muestra que justo estas cuatro actividades poseen una ratio explotación/salarios mayor a la unidad, siendo la silvicultura el caso más extremo en donde las ganancias del capital (y de los trabajadores por cuenta propia) son más de 42 veces mayores a las remuneraciones a los asalariados, seguida por la cría de ganado con 2,48 veces, la producción de banano, café y cacao con 2,3 veces y la acuicultura con 1,8 veces. Finalmente, el Gráfico 9 sugiere que en 2016 las cuatro actividades consideradas tuvieron superávits comerciales (ratio M/X menor a la unidad), siendo el caso más destacado el superávit registrado para la producción de banano, café y cacao, seguido por la acuicultura.

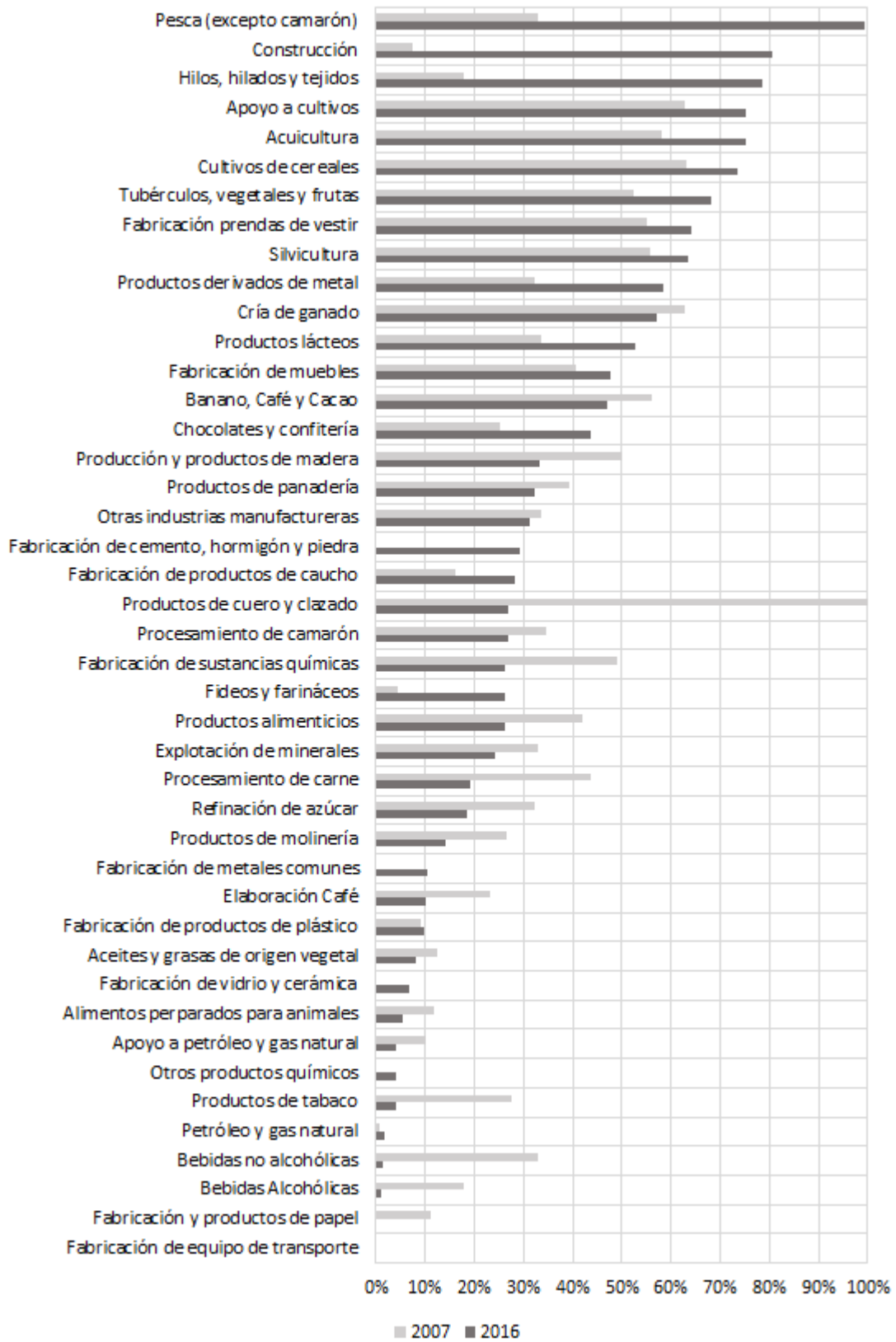
En definitiva, de las tendencias analizadas se podría considerar que hay al menos cuatro actividades económicas ecuatorianas de tamaño relevante que podrían validar la hipótesis de que los capitales reguladores periféricos tienden a buscar ventajas absolutas de costo y obtener superávits comerciales por medio de la sobreexplotación laboral y la consecuente generación de empleo no adecuado (producción de banano, café y cacao, acuicultura, cría de ganado, acuicultura). A estas actividades se suma la extracción de petróleo que, evidentemente en el caso ecuatoriano, sostiene su ventaja absoluta de costo por medio de la sobreexplotación de la naturaleza a través del extractivismo. Este resultado brinda una motivación adicional para evaluar empíricamente la forma en que la competencia real internacional influye en las actividades económicas al interior de los países periféricos capitalistas como el Ecuador.

**Gráfico 6. PIB por actividad económica (millones de dólares).**



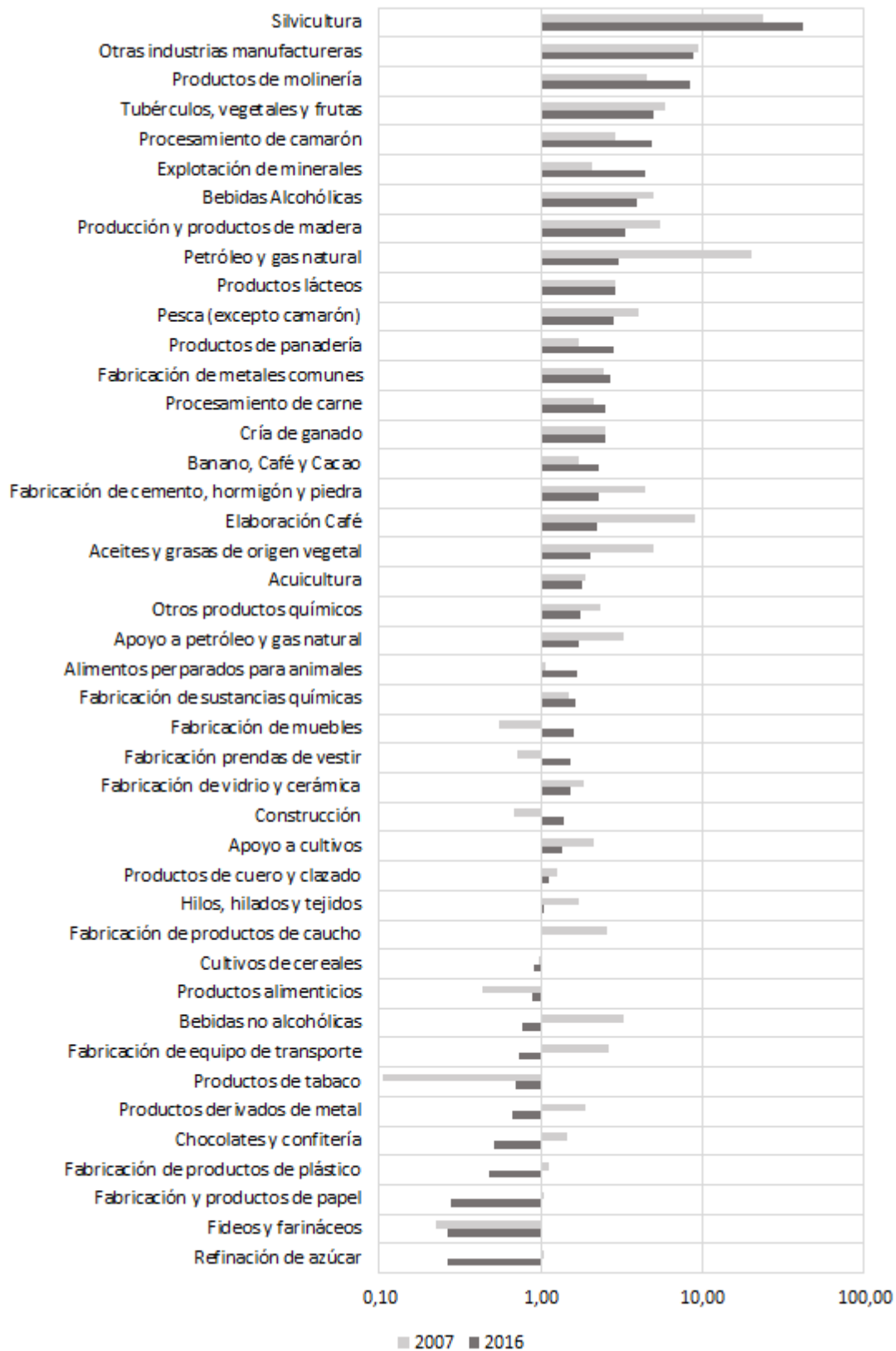
Fuente: TOU- BCE. Elaboración propia.

**Gráfico 7. Tasa de empleo no adecuado por actividad económica (% de la PEA).**



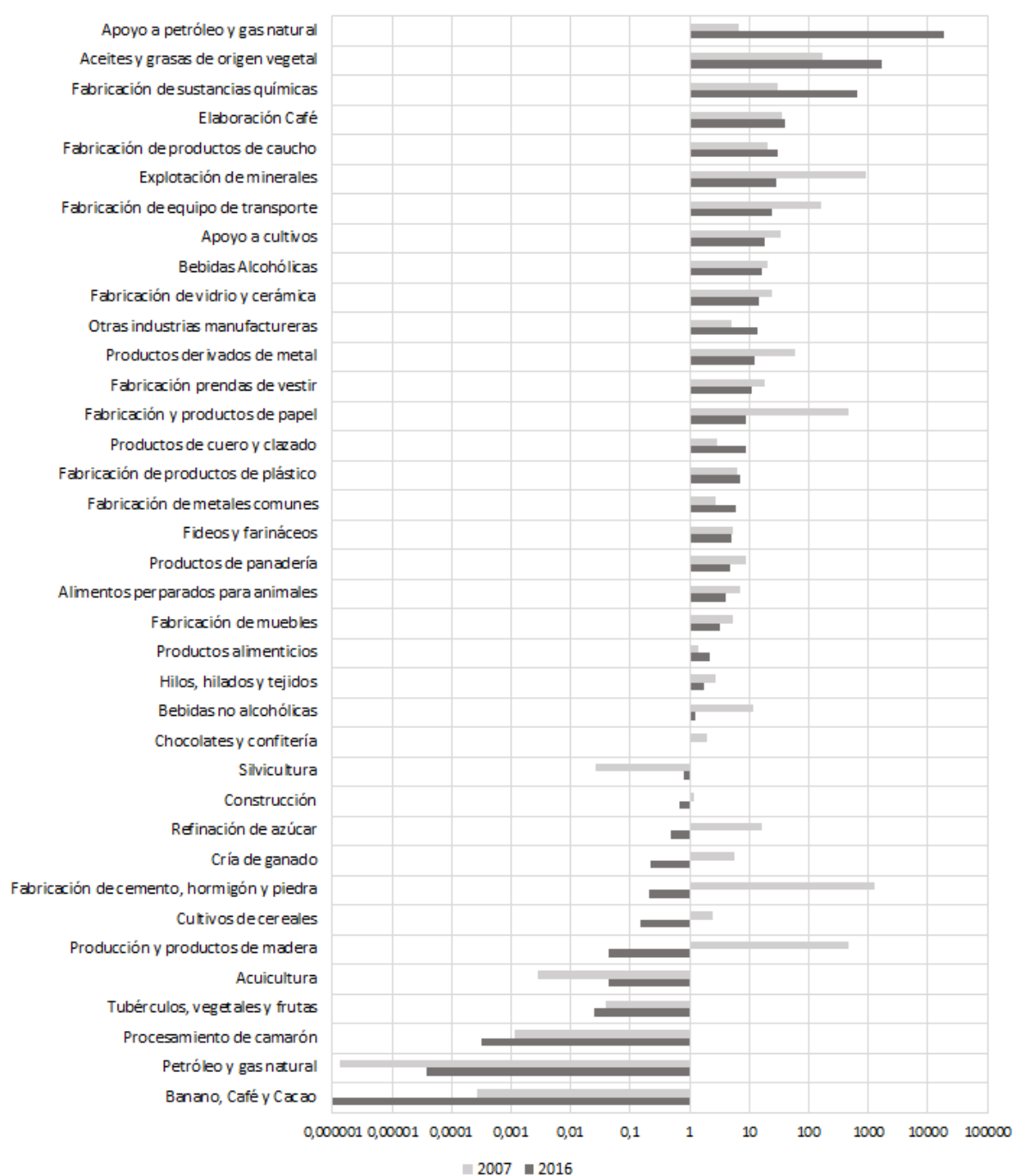
Fuente: ENEMDU-INEC. Elaboración propia.

**Gráfico 8. Ratio excedente bruto de explotación / remuneraciones a asalariados por actividad económica (escala logarítmica).**



Fuente: TOU- BCE. Elaboración propia.

**Gráfico 9. Ratio importaciones / exportaciones por actividad económica (escala logarítmica).**



Nota: Se omiten actividades que no presentan exportaciones o importaciones en algún año.  
Fuente: COMTRADE. Elaboración propia.

### 4.3. Estimación del modelo PVAR al caso ecuatoriano: resultados y discusión.

Considerando la posibilidad de un comportamiento cíclico agregado del capitalismo periférico ecuatoriano así como de la existencia de actividades económicas que basan su ventaja absoluta de costo a través de la sobreexplotación laboral-natural, ahora se busca una evidencia más general de un potencial vínculo cíclico entre producción, subempleo (o empleo no adecuado), explotación laboral y superávits-déficits comerciales en el capitalismo ecuatoriano a nivel de actividades económicas causado por la inserción del país en el proceso de competencia real internacional. Para ello, a continuación se

aplica la metodología propuesta en la sección 3, es decir, se estima un modelo PVAR sobre el panel de datos previamente descrito y compuesto por 43 actividades económicas para el período 2007-2016.

Así, en primer lugar, los test de Levin-Lin-Chu y Hadri mostraron que la tasa de empleo no adecuado (de ahora en adelante descrita como ENA/PEA) y la ratio excedente bruto de explotación/remuneraciones a los asalariados (EBE/REM) son individualmente estacionarias en nivel, mientras que el PIB por actividad económica (PIB) y la ratio importaciones / exportaciones (M/X) son individualmente estacionarias en su logaritmo (es decir  $\ln\text{PIB}$  y  $\ln\text{M/X}$  son individualmente estacionarias). Sin embargo, conjuntamente las variables revelaban la existencia de alguna raíz unitaria (ver anexo A.1). Por ello a todas las variables se aplicó una primera diferencia (notada como d.) para asegurar que el modelo PVAR se estima sobre variables estacionarias y se mitigue cualquier posibilidad de regresiones espurias o resultados explosivos. Al trabajar con un modelo en diferencias, los resultados pueden considerarse válidos en el *corto plazo* (Melguizo, 2015).

En segundo lugar, como se emplea la descomposición de Choleski para estimar desde los resultados del modelo PVAR funciones impulso-respuesta y descomposición de varianza del error de predicción, cabe definir el orden de las variables en el modelo, de la más exógena a la más endógena. Dicho orden corresponderá exactamente al caso explicado al final de la subsección 2.3.2 en donde se mencionó que ante un potencial shock exógeno sobre la producción causado, por ejemplo, por cambios autónomos en la demanda agregada, se esperaría un cambio en el subempleo o empleo no adecuado, luego un consecuente cambio en la ratio de explotación/salarios y, al final y a causa de la tendencia a la búsqueda de ventajas absolutas de costo a través de la sobreexplotación laboral, se daría un cambio en el balance comercial. Por tanto, el orden de variables a aplicar en el modelo PVAR es: d. $\ln\text{PIB}$  (“producción”), d.ENA/PEA (“subempleo”), d.EBE/REM (“explotación laboral”) y d. $\ln\text{M/X}$  (“balance comercial”). Una vez establecido este orden de variables, la aplicación de las respectivas pruebas determina que la mejor opción es incluir en el modelo autorregresivo un solo rezago, lo que es conveniente también por el limitado número de observaciones en términos temporales (ver Anexo A.2).

A partir de todos estos criterios, el Cuadro 1 recoge la estimación de un modelo PVAR con un rezago ( $p=1$ ), incluyendo la primera diferencia de todas las variables endógenas antes descritas y presentadas en su correspondiente orden. Aquí cabe resaltar la significancia estadística de todos los parámetros estimados a un 99% de nivel de confianza, excepto en la interacción del retardo del “balance comercial” (d. $\ln\text{M/X}$ ) hacia la “explotación laboral” (d.EBE/REM). También cabe indicar que el modelo es estable, como indican los valores propios ubicados dentro del círculo unitario (ver Anexo A.3). Por su parte, la prueba de Granger presentada en el Cuadro 2 evidencia que todas las variables consideradas en el modelo son estadísticamente relevantes, a la vez que existen múltiples retroalimentaciones significativas. De esta prueba cabe destacar un resultado llamativo: hay evidencia de que la “explotación laboral” (d.EBE/REM) causa en el sentido de Granger al “balance comercial” (d. $\ln\text{M/X}$ ) pero no al revés; es decir, no hay retroalimentación directa entre ambas variables.

Este resultado podría interpretarse como que la “explotación laboral” causa - en el sentido de Granger - al “balance comercial” pero no viceversa. Tal causalidad en una sola dirección refuerza la intuición de que la ventaja absoluta de costo basada en la sobreexplotación laboral influye directamente en el balance comercial de las actividades del capitalismo periférico ecuatoriano. En cambio, la relación inversa no se da quizá porque las condiciones laborales de sobreexplotación posiblemente dependen más de aspectos estructurales internos de la economía ecuatoriana - incluyendo la propia situación de la pugna entre clases sociales locales - que de aspectos externos.

Una vez estimado y validado el modelo PVAR, se puede estimar las funciones de impulso-respuesta (FIR) transitorias y acumuladas aplicando la descomposición de Cholesky, tal como se indicó en la Sección 3. Dicha estimación se presenta en los gráficos 10 a 13. Casi en todas las funciones impulso-respuesta transitorias y acumuladas, a lo largo de diez períodos de proyección, parece identificarse una *retroalimentación cíclica*, pues si bien en un período descienden radicalmente, no tardan en regresar a su valor pasado o hasta superarlo en períodos siguientes, permitiendo así entrever la compleja lógica de la difusión -y retroalimentación- de shocks entre las variables analizadas. Este

resultado parece favorable a la motivación teórica presentada en la sección 2 donde se sugiere que la competencia real internacional y la búsqueda de ventajas absolutas de costo por medio de la sobreexplotación laboral-natural tienden a generar un comportamiento cíclico al interior de una sociedad capitalista periférica (A partir de las sugerencias de Apostolakis y Papadopoulos (2019) y Brana, Djibenu y Prat (2012), para evaluar cuán robustos son los resultados cíclicos de las funciones impulso-respuesta, hemos estimado el modelo PVAR con todos los órdenes posibles de las variables endógenas. De dicha *prueba de robustez* hemos encontrado que prácticamente en todos los ordenamientos alternativos rige un comportamiento cíclico. Estos resultados pueden solicitarse a los autores del artículo vía correo electrónico). Asimismo, este resultado suma respaldo a favor de la potencial existencia de tendencias cíclicas en el capitalismo ecuatoriano, aunque por la forma del modelo estimado la dinámica cíclica corresponde a un corto plazo (y no necesariamente al largo plazo, como sí parece suceder en las tendencias presentadas en la subsección 4.1). Cabe aclarar que es necesario un trabajo estadístico más profundo para reforzar la existencia de ciclos de medio y largo plazo en el capitalismo ecuatoriano, tema que se sale de los límites de este trabajo y se deja para una investigación futura. Un primer intento, bastante preliminar, puede encontrarse en Noroña y Cajas-Guijarro (2014).

**Cuadro 1. Estimación de parámetros del modelo PVAR.**

<i>VARIABLES</i>	d.lnPIB “producción”	d.ENA/PEA “subempleo”	d.EBE/REM “explotación laboral”	d.lnM/X “balance comercial”
d.lnPIB(-1) “producción en t-1”	-1.038*** (0.0471)	0.0202*** (0.00453)	-5.718*** (0.696)	2.352*** (0.226)
d.ENA/PEA(-1) “subempleo en t-1”	-1.598*** (0.277)	-0.485*** (0.0246)	-36.13*** (5.322)	8.417*** (1.366)
d.EBE/REM(-1) “explotación laboral en t-1”	0.0566*** (0.00774)	0.00332*** (0.000949)	-0.585*** (0.0775)	-0.214*** (0.0515)
d.lnM/X(-1) “balance comercial en t-1”	-0.0739*** (0.0138)	0.00495*** (0.00144)	-0.233 (0.142)	-0.523*** (0.0756)
<i>Observaciones</i>	400	400	400	400

(1) **d.** indica una primera diferenciación, **ln** indica la aplicación de un logaritmo natural.

(2) Errores estándar en paréntesis

(3) Significatividad \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

(4) Las columnas indican los parámetros de cada ecuación del modelo PVAR.

Fuente: TOU- BCE; ENEMDU-INEC; COMTRADE. Elaboración y estimación propias.

Además de las FIR, y manteniendo el orden de variables sustentado en la motivación teórica de la sección 2, es posible estimar las funciones de descomposición de varianza del error de predicción (FDVE), que estiman la variación porcentual que se da en una variable a causa del shock en otra, tomando en cuenta los efectos acumulados del tiempo (Love & Zicchino, 2006). Así, la Tabla 2 muestra un shock exógeno sobre la “producción” (d.lnPIB) en  $t = 1$  y luego su difusión en el resto de variables, provocando que, para  $t = 10$ , la “explotación laboral” (d.EBE/REM) explique un 31% de las variaciones de la “producción”, tal como sucede en el “subempleo” (d.ENA/PEA), que llega a explicar también un

31% de la variación de la “producción” en  $t=10$ . Por su parte, el “balance comercial” (d.lnM/X) termina explicando solo un 6% de las variaciones de la “producción”.

**Cuadro 2. Causalidad de Granger en el modelo PVAR.**

<i>Test de Wald de causalidad de Granger en PVAR</i>				
<i>Variable de ecuación</i>	<i>Variable excluida</i>	<i>chi2</i>	<i>gl</i>	<i>Prob&gt;chi2</i>
d.lnPIB “producción”	d.ENA/PEA   “subempleo”	33.233	1	0.000
	d.EBE/REM   “explotación laboral”	53.522	1	0.000
	d.lnM/X   “balance comercial”	28.642	1	0.000
	Todas las variables	99.473	3	0.000
d.ENA/PEA “subempleo”	d.lnPIB   “producción”	20.005	1	0.000
	d.EBE/REM   “explotación laboral”	12.217	1	0.000
	d.lnM/X   “balance comercial”	11.722	1	0.001
	Todas las variables	36.574	3	0.000
d.EBE/REM “explotación laboral”	d.lnPIB   “producción”	67.465	1	0.000
	d.ENA/PEA   “subempleo”	46.095	1	0.000
	d.lnM/X   “balance comercial”	2.700	1	1.000
	Todas las variables	90.512	3	0.000
d.lnM/X “balance comercial”	d.lnPIB   “producción”	108.091	1	0.000
	d.ENA/PEA   “subempleo”	37.983	1	0.000
	d.EBE/REM   “explotación laboral”	17.250	1	0.000
	Todas las variables	126.465	3	0.000

*Ho: La variable excluida no causa en el sentido de Granger a la variable de ecuación*

*Ha: La variable excluida causa en el sentido de Granger a la variable de ecuación*

(1) Todas las variables se encuentran diferenciadas.

Fuente: TOU- BCE; ENEMDU-INEC; COMTRADE. Elaboración y estimación propias.

Por su parte, la Tabla 3 muestra como un shock en el “subempleo” es explicado mayoritariamente por sí mismo en los *diez* períodos de estimación, pues inicia en  $t=1$  con un 98% de explicación y llega en  $t=10$  con 76%. Tan solo la “producción” adquiere cierta relevancia a partir de  $t>5$  con un 13% de variación del “subempleo” explicada, lo que por cierto arrastra los efectos acumulados del shock sobre la propia “producción” descritos en la Tabla 2. Esto no ocurre con la “explotación laboral” y el “balance comercial” pues su porcentaje de explicación no excede el 3% y 8% respectivamente, en los *diez* períodos de estimación. Es decir, el “subempleo” es la variable más resistente ante los shocks exógenos de sí misma y del resto de variables, lo que podría plantear la hipótesis de que esta variable posee un carácter posiblemente más estructural y dependiente de las condiciones internas de la economía ecuatoriana. De hecho en Ecuador el subempleo es un problema histórico persistente, pues ya desde los años 50 absorbe a la mitad de la fuerza de trabajo, según información histórica de la CEPAL (Ver, por ejemplo, Tokman y García (1981)).

Respecto a un shock exógeno en la “explotación laboral”, la Tabla 4 señala cómo en  $t=1$  los efectos acumulados del shock exógeno en la “producción” (Tabla 2) contribuyen en un 29% a la variación explicada. Así, a partir de  $t=2$  hasta  $t=10$  existen fluctuaciones en el porcentaje de aportación de la “producción”, pues pasa de un 38% a un 29%. Del mismo modo ocurre con el “subempleo” que inicia con una variación explicada del 20% (en parte por el shock exógeno anterior mencionado en la Tabla 3) y llega a ser de un 36% en  $t=10$ . Una vez más, el “balance comercial” tiene una variación de explicación baja de tan solo 3%.

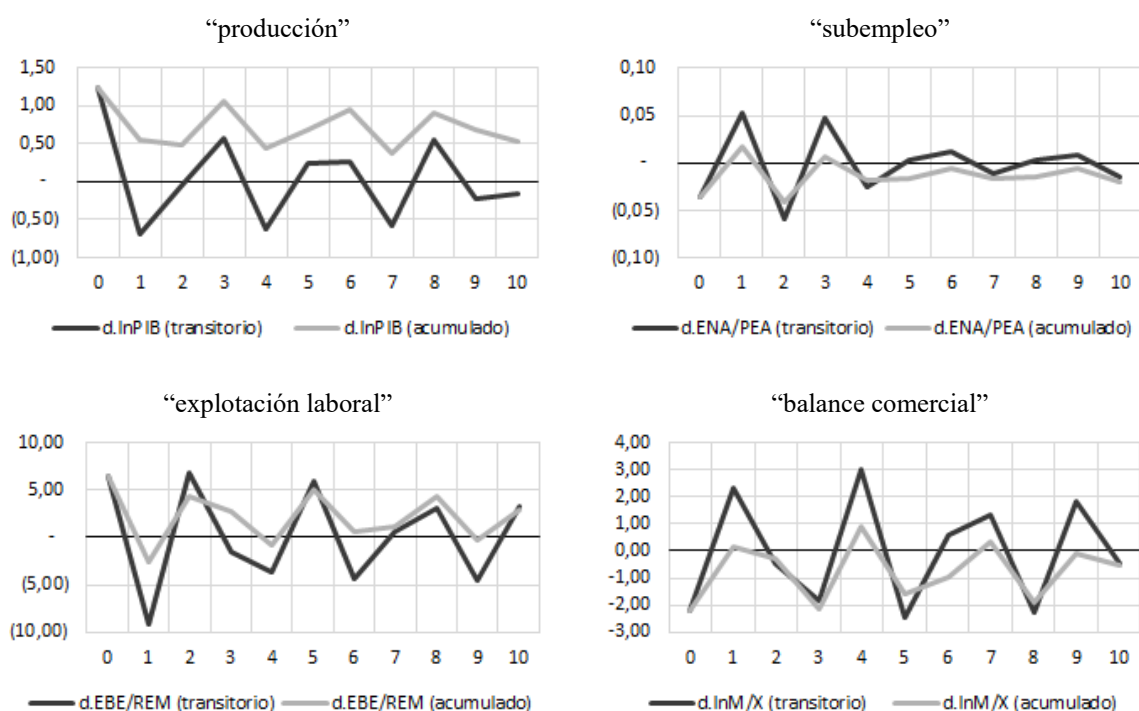
Finalmente, en la Tabla 5 se representa un shock exógeno en el “balance comercial”, donde la variación explicada por la “producción” y la “explotación laboral” es de 14% y 7% respectivamente.



Sin embargo, a partir de  $t=2$  aumentan considerablemente hasta llegar a un 20% y 29% respectivamente; el mismo fenómeno ocurre con el “subempleo”, que parte con un 0% de variación explicada en  $t=2$  y llega a mostrar en  $t=10$  una variación explicada de 32%, incluso más fuerte que el shock exógeno del propio “balance comercial”, que a lo largo de diez periodos de estimación pasa de un 79% a un 19%.

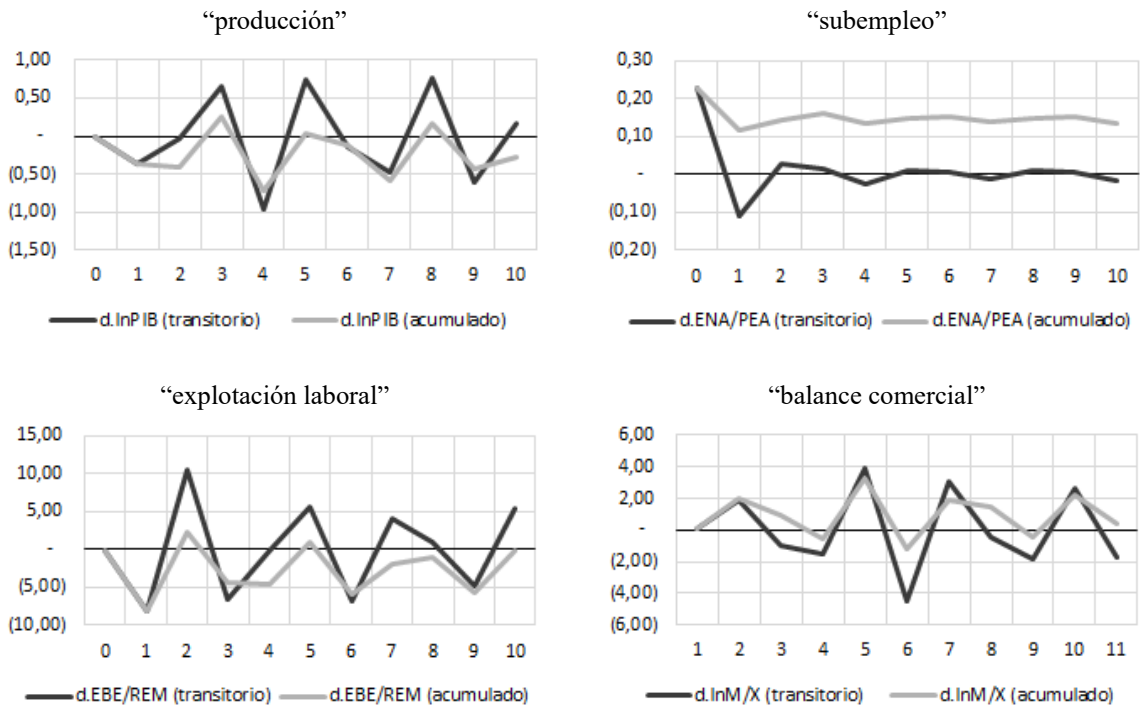
Como resultado general de todas las estimaciones de las FDVE se sugiere que, a causa de las múltiples retroalimentaciones y dinámicas cíclicas de las variables consideradas, en el capitalismo ecuatoriano hay cierta tendencia a que el saldo comercial sea altamente dependiente de la actividad económica, y también de los niveles de subempleo y de explotación laboral (resultado evidenciado sobre todo en la Tabla 5). Tal conclusión refuerza la hipótesis de que las actividades económicas en el capitalismo periférico ecuatoriano, al enfrentarse a la competencia real internacional, muestran cierta tendencia a obtener superávits comerciales por medio de la obtención de ventajas absolutas de costo basadas en la sobreexplotación laboral. En cambio, la producción, el subempleo y la explotación laboral parecen estar más afectadas por dinámicas internas que por los déficits comerciales, resultado que puede entenderse debido a que en el período 2007-2016 buena parte de los recursos del segundo boom petrolero exacerbaron las importaciones en vez de generar transformaciones productivas al interior del capitalismo ecuatoriano que mejoren significativamente la calidad del empleo y de los salarios (conclusión similar a la que llegan Acosta y Cajas-Guijarro (2018) en su evaluación de la economía ecuatoriana durante la década 2007-2016).

**Gráfico 10. FIR transitoria y acumulada de un impulso en la “producción” (d.InPIB) y respuesta en el resto del sistema.**



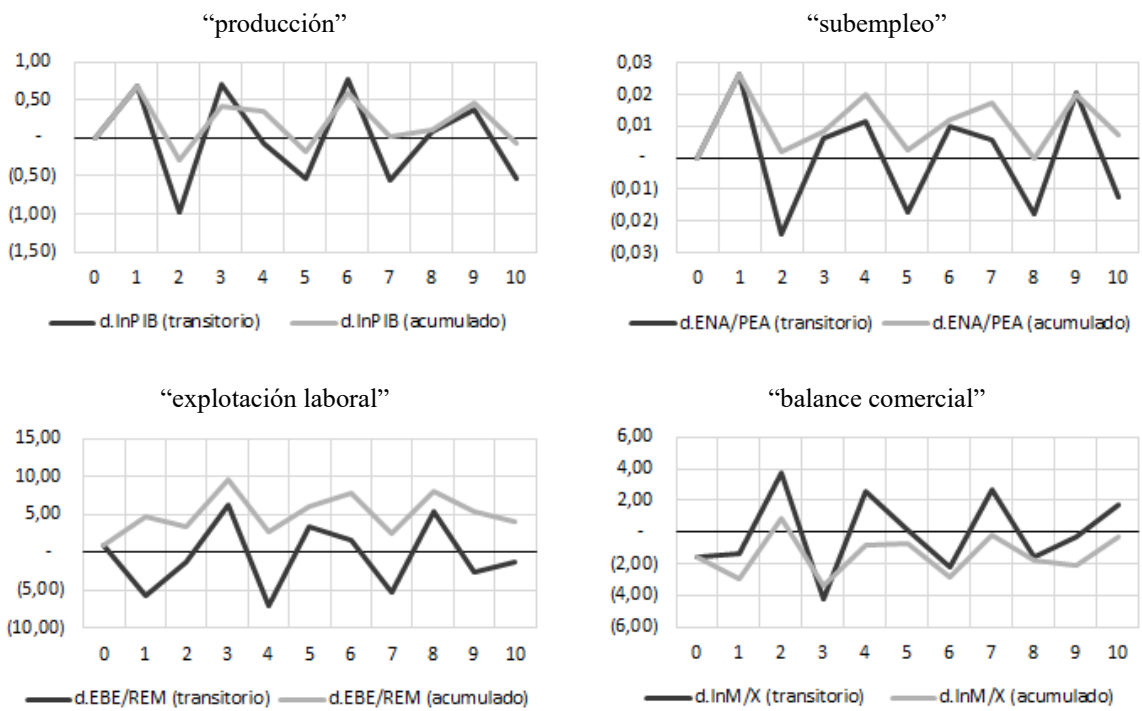
Fuente: TOU- BCE; ENEMDU-INEC; COMTRADE. Elaboración y estimación propias.

**Gráfico 11. FIR transitoria y acumulada de un impulso en el “subempleo” (d.ENA/PEA) y respuesta en el resto del sistema.**



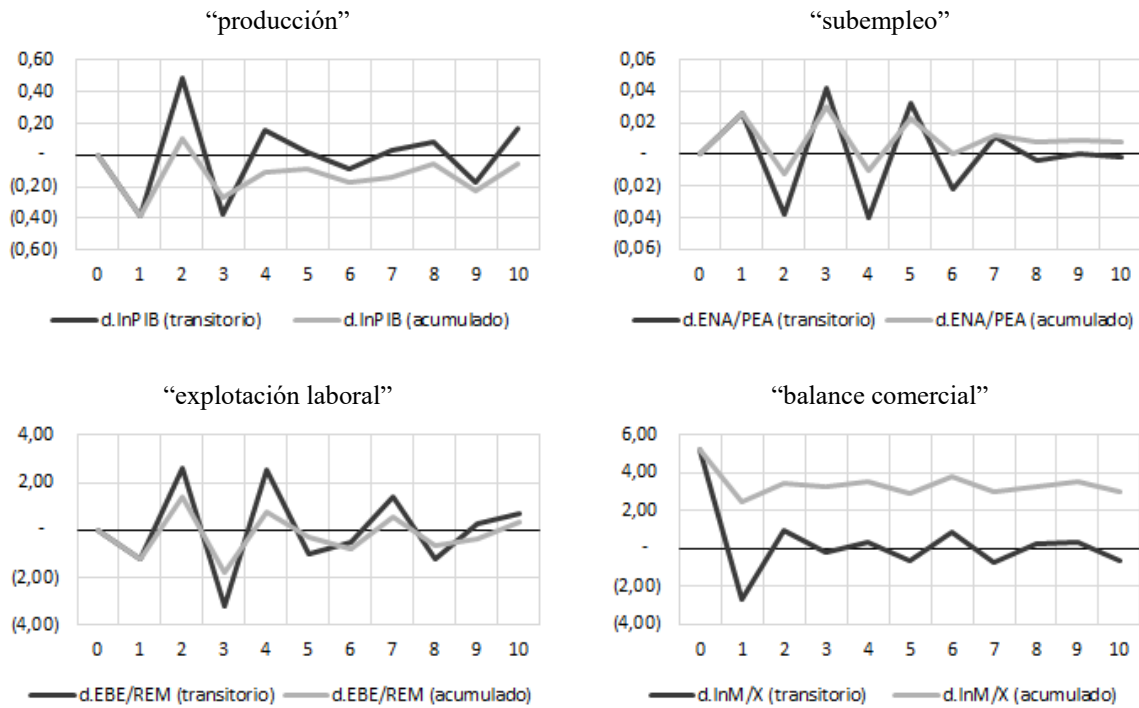
Fuente: TOU- BCE; ENEMDU-INEC; COMTRADE. Elaboración y estimación propias.

**Gráfico 12. FIR transitoria y acumulada de un impulso en la “explotación laboral” (d.EBE/REM) y respuesta en el resto del sistema.**



Fuente: TOU- BCE; ENEMDU-INEC; COMTRADE. Elaboración y estimación propias.

**Gráfico 13. FIR transitoria y acumulada de un impulso en el “balance comercial” (d.lnM/X) y respuesta en el resto del sistema.**



Fuente: TOU- BCE; ENEMDU-INEC; COMTRADE. Elaboración y estimación propias.

**Tabla 2. FDVE de la “producción” (d.lnPIB).**

Períodos	d.lnPIB “producción”	d.ENA/PEA “subempleo”	d.EBE/REM “explotación laboral”	d.lnM/X “balance comercial”
0	0%	0%	0%	0%
1	100%	0%	0%	0%
2	72%	5%	17%	5%
3	50%	4%	36%	10%
4	43%	11%	36%	10%
5	40%	23%	29%	8%
6	36%	27%	29%	7%
7	34%	25%	34%	7%
8	34%	25%	34%	6%
9	34%	29%	31%	6%
10	33%	31%	31%	6%

Fuente: TOU- BCE; ENEMDU-INEC; COMTRADE. Elaboración y estimación propias.

**Tabla 3. FDVE del “subempleo” (d.ENA/PEA).**

Períodos	d.lnPIB “producción”	d.ENA/PEA “subempleo”	d.EBE/REM “explotación laboral”	d.lnM/X “balance comercial”
0	0%	0%	0%	0%
1	2%	98%	0%	0%
2	6%	92%	1%	1%
3	10%	85%	2%	3%
4	12%	81%	2%	5%
5	13%	79%	2%	7%
6	12%	78%	2%	8%
7	12%	77%	2%	8%
8	13%	77%	2%	8%
9	13%	77%	3%	8%
10	13%	76%	3%	8%

Fuente: TOU- BCE; ENEMDU-INEC; COMTRADE. Elaboración y estimación propias.

**Tabla 4. FDVE de la “explotación laboral” (d.EBE/REM).**

Períodos	d.lnPIB “producción”	d.ENA/PEA “subempleo”	d.EBE/REM “explotación laboral”	d.lnM/X “balance comercial”
0	0%	0%	0%	0%
1	29%	0%	71%	0%
2	38%	20%	42%	0%
3	35%	35%	28%	2%
4	29%	37%	30%	3%
5	28%	33%	35%	4%
6	30%	34%	33%	4%
7	30%	37%	30%	3%
8	28%	37%	32%	3%
9	28%	35%	33%	3%
10	29%	36%	32%	3%

Fuente: TOU- BCE; ENEMDU-INEC; COMTRADE. Elaboración y estimación propias.

**Tabla 5. FDVE del “balance comercial” (d.lnM/X).**

Períodos	d.lnPIB “producción”	d.ENA/PEA “subempleo”	d.EBE/REM “explotación laboral”	d.lnM/X “balance comercial”
0	0%	0%	0%	0%
1	14%	0%	7%	79%
2	20%	7%	8%	66%
3	15%	7%	27%	51%
4	15%	7%	39%	38%
5	19%	18%	35%	29%
6	19%	28%	29%	24%
7	18%	31%	29%	22%
8	18%	30%	31%	21%
9	19%	30%	31%	20%
10	20%	32%	29%	19%

Fuente: TOU- BCE; ENEMDU-INEC; COMTRADE. Elaboración y estimación propias.

## 5. Conclusión.

Este artículo ha presentado algunos argumentos teóricos y un estudio de caso como elementos a favor de la hipótesis de que la competencia real vigente en el capitalismo internacional lleva a que varias actividades económicas de los países periféricos busquen ventajas absolutas de costo a través de la sobreexplotación laboral y natural. Si bien dicha búsqueda puede contribuir a que los países periféricos obtengan superávits comerciales; sin embargo, las ventajas absolutas de costo basadas en la sobreexplotación laboral-natural parecen contribuir también a que dentro de estas economías surjan dinámicas cíclicas especialmente entre la producción, el subempleo (o empleo de fuerza de trabajo con salarios y condiciones laborales inferiores a un promedio socialmente aceptable), la explotación laboral y los balances comerciales. Todo esto afectado, a su vez, por la influencia de actividades extractivistas que tienden a distorsionar la estructura económica interna.

A nivel teórico, el artículo parte planteando que la competencia real capitalista - un proceso basado principalmente en el conflicto entre empresas que buscan lucrar y acumular sin fin - se observa tanto a nivel intra como intersectorial. En el caso de la competencia intrasectorial, es decir, bajo la producción de mercancías idénticas dentro de un mismo sector, la competencia tiende a igualar los precios de productos creados muchas veces por empresas heterogéneas en sus condiciones de producción, lo que crea diferentes estructuras de costos entre empresas y, por tanto, diferencias persistentes en sus tasas de ganancia. Todo esto lleva a que, en la competencia intrasectorial, las empresas compitan básicamente reduciendo sus costos. En cambio, en la competencia intersectorial, es decir entre sectores diferentes que producen mercancías distintas, la principal dinámica surge del movimiento de capitales enfocados a aprovechar las tasas de ganancia de los capitales reguladores (capitales con las mejores condiciones de reproducción dentro de cada sector y que usualmente presentan los costos unitarios más bajos). La interacción de ambos tipos de competencia hace que en el interior de los sectores exista heterogeneidad entre tasas de ganancia, mientras que existiría cierta igualdad en las tasas de ganancia de los capitales reguladores de diferentes sectores.

Cuando este proceso de competencia real se lo analiza a una escala global, se nota que la competencia intrasectorial que lleva a la nivelación de precios y a la pugna por la reducción de costos se traduce en un principio de ventaja absoluta de costo: en la competencia internacional de empresas que producen mercancías idénticas, tienen ventaja aquellas con las mejores condiciones de producción y/o los salarios más bajos, todo lo que les permite alcanzar los menores costos de producción en términos absolutos. En este proceso surgen capitales reguladores globales que tienen los costos de producción más bajos, logran imponer precios de producción a escala global, y contribuyen a generar superávits comerciales a sus países de origen. En cambio, los capitales que no logran ganar ventajas absolutas de costo inducen al surgimiento de déficits comerciales. En otras palabras, la competencia real capitalista a escala internacional crea un vínculo entre ventajas absolutas de costo y los balances comerciales que mantienen los países con el resto del mundo.

Ahora, en un contexto de “desarrollo capitalista desigual” en donde el sistema mundo presenta estructuras centro-periféricas, las diferencias estructurales entre centros capitalistas y periferia provocan que las ventajas absolutas de costo tengan diferentes implicaciones para cada caso. De este modo, si se acepta la intuición estructuralista de que los centros capitalistas concentran el progreso técnico, entonces la ventaja absoluta de costo de los capitales centrales se basará principalmente en reducir costos aplicando condiciones de producción técnicamente sofisticadas. En cambio, la falta de difusión del progreso técnico junto con la posible existencia de heterogeneidad estructural provoca dos tendencias en la periferia: por un lado, la existencia de un pequeño sector moderno con ventajas absolutas de costo similares a aquellas de los capitales centrales; por otro lado, y siguiendo algunas intuiciones dependentistas, se sugiere la existencia de un importante sector tradicional que ante la falta de condiciones de producción avanzadas, basa sus ventajas absolutas de costo en la sobreexplotación de la fuerza de trabajo y de la naturaleza (sobreexplotación laboral-natural). Todo esto puede deducirse desde la competencia intrasectorial, incluso sin considerar interacciones entre centros y periferia.

Luego, al tomar en cuenta la interacción entre centros y periferia en un ambiente de competencia intra e intersectorial, se puede deducir el surgimiento de dos grandes grupos de capitales que definen el comercio internacional: capitales reguladores centrales altamente tecnificados, cuya ventaja absoluta de costo global se basa en avanzadas condiciones técnicas de producción; capitales reguladores periféricos tradicionales, que sustentan su ventaja absoluta de costo global en la sobreexplotación laboral-natural. Debido a su elevada tecnificación, se puede sugerir que los capitales centrales poseen elevadas composiciones orgánicas del capital mientras que los capitales periféricos poseen bajas composiciones orgánicas; esa diferencia hace que en la competencia intersectorial internacional emerja un intercambio desigual que va desde los países periféricos hacia los centrales, brindando a estos últimos la posibilidad de obtener importantes superávits comerciales (que también se alimentan de ganancias extraordinarias provenientes de la aplicación de trabajo potenciado). En cambio, para los países de la periferia, los superávits comerciales dependen crucialmente de las ventajas absolutas de costo basadas en la sobreexplotación laboral-natural, implicando la tendencia a que en el interior de estos países exista una elevada explotación laboral y, por ende, un elevado subempleo (a más de una intensiva explotación de recursos naturales).

Como resultado de este proceso puede surgir una dinámica cíclica al interior de los países capitalistas periféricos. Por ejemplo, si en estos países se incrementa exógenamente el producto (p.ej. a causa de una expansión autónoma de la demanda agregada), eso puede reducir el subempleo e incrementar el poder de los trabajadores para exigir mejores salarios y condiciones laborales, lo que reduce la explotación laboral. Ahora, como los capitales reguladores periféricos tradicionales basan una parte de sus ventajas absolutas de costo precisamente en la sobreexplotación laboral, entonces una menor explotación laboral reduce dichas ventajas absolutas y presiona al déficit comercial y a una potencial contracción del ingreso y la producción. Sin embargo, esa contracción puede aumentar el subempleo, debilitar a los trabajadores, aumentar la explotación laboral y recuperar la ventaja absoluta de costo basada en la sobreexplotación, con lo que se recupera el superávit comercial, aumenta el ingreso-producción y se consolida el proceso cíclico.

Dada la hipótesis teórica de un potencial proceso cíclico en el interior de los países periféricos a causa de la vigencia de ventajas absolutas de costo basadas en la sobreexplotación laboral-natural, en un siguiente paso el artículo busca alguna evidencia empírica que refuerce esta hipótesis. Como para este fin resultan limitados los trabajos empíricos disponibles sobre el estudio de la ventaja absoluta de costo (mayormente enfocados a estudiar el comercio bilateral o el vínculo entre tipo de cambio real y costos laborales en países capitalistas medio o altamente “desarrollados”), el artículo propone el estudio de un caso concreto de país capitalista periférico con tendencias cíclicas y con actividades que potencialmente buscan ventajas absolutas de costo sustentadas en la sobreexplotación: el capitalismo periférico ecuatoriano. En efecto, dicho caso presenta ciertas tendencias históricas-cíclicas de mediano a largo plazo relevantes en variables como el crecimiento del PIB per cápita, la tasa de subempleo o de empleo no adecuado, la ratio excedente bruto de explotación / remuneraciones a los asalariados (tomada como proxy de la explotación laboral) y la ratio importaciones / exportaciones (tomada como proxy del balance comercial). Tales tendencias históricas parecen describir de forma relevante la potencial evolución cíclica del capitalismo periférico ecuatoriano durante el primer boom petrolero de los años 70, la etapa neoliberal de los 80, la crisis financiera de los 90, el segundo boom petrolero de los 2000, y el estancamiento económico especialmente desde fines de 2014 en adelante.

Aparte de estas tendencias históricas, el caso ecuatoriano también muestra a nivel de actividades económicas algunos casos en donde la vigencia de ventajas absolutas de costo por medio de sobreexplotación laboral-natural se vuelve visible: extracción de petróleo, producción de banano, café y cacao; silvicultura; cría de ganado y acuicultura. Dejando de lado la extracción de petróleo (que evidentemente es extractivista y se basa en la sobreexplotación de la naturaleza), en 2016 las cuatro actividades restantes se encuentran entre las que aportan con mayor producción a la economía, tienen a más del 40% de sus trabajadores empleados bajo condiciones no adecuadas, muestran ratios explotación/salarios mayores a la unidad (con el caso extremo de la silvicultura en donde las ganancias pueden llegar a ser hasta 40 veces mayores a los salarios), y muestran importantes superávits comerciales. De estos casos destaca la producción de banano, segunda actividad de mayor relevancia en las exportaciones ecuatorianas y que, al mismo tiempo, posee las peores condiciones de sobreexplotación laboral en el país; situación que se combina con la peculiaridad de que el Ecuador es uno de los principales exportadores de banano del mundo. Esto plantea una hipótesis, que podría trabajarse como una investigación futura, de que los sectores bananeros ecuatorianos al parecer obtienen una ventaja absoluta de costo por sobreexplotación laboral de tal magnitud que les permite volverse capitales reguladores a escala global.

Así como es posible obtener los patrones descriptivos antes mencionados, el artículo también propone la estimación de un modelo de vectores autorregresivos sobre un panel de datos compuesto por 43 actividades económicas ecuatorianas observadas durante el período 2007-2016 (que captura tanto el fin del segundo boom petrolero como el inicio de la última etapa de estancamiento registrada hasta la fecha), modelo con el que es factible evaluar empíricamente la existencia de dinámicas cíclicas entre variables proxy de la “producción” (PIB per cápita), “subempleo” (tasa de empleo no adecuado), “explotación laboral” (ratio excedente bruto de explotación / remuneraciones a los asalariados) y “balance comercial” (ratio importaciones / exportaciones). De la estimación de dicho modelo PVAR y el uso de la prueba de causalidad de Granger se ha identificado evidencia de que todas las variables consideradas poseen vínculos y retroalimentaciones estadísticamente significativas. Incluso, ha sido posible encontrar evidencia de que la “explotación laboral” causa - en el sentido de Granger - al “balance comercial” pero no al revés; tal resultado podría interpretarse como evidencia a favor de que la ventaja absoluta de costo basada en la sobreexplotación laboral influye directamente en el balance comercial de las actividades del capitalismo periférico ecuatoriano mientras que la no existencia de una relación en el otro sentido quizá significa que la sobreexplotación laboral depende más de aspectos estructurales internos del país - incluyendo la propia situación de la pugna entre clases sociales locales - antes que de aspectos externos.

Por su parte, la estimación de funciones impulso-respuesta muestra que, en términos amplios, un shock exógeno en las variables consideradas (aplicando una descomposición de Cholesky y un orden de endogeneidad de variables acorde a la propuesta teórica de este artículo) tiende a generar un

comportamiento cíclico prácticamente en todo el sistema. Este resultado es una clara evidencia a favor de la hipótesis teórica de que la competencia real internacional tiende a generar ciclos al interior de los países capitalistas periféricos (al menos aquellos con características similares al caso ecuatoriano). A su vez, la estimación de funciones de descomposición de varianza del error de predicción sugiere que, a causa de las múltiples retroalimentaciones cíclicas de las variables consideradas, en el capitalismo ecuatoriano hay tendencia de que el balance comercial sea altamente dependiente de la actividad económica, y sobre todo de los niveles de subempleo y de explotación laboral. Tal conclusión refuerza la hipótesis de que las actividades económicas en el capitalismo periférico ecuatoriano tienden a obtener superávits comerciales por medio de la obtención de ventajas absolutas de costo basadas en la sobreexplotación laboral. Finalmente, las variables de producción, subempleo y explotación laboral parecen estar más afectadas por dinámicas internas que por los balances comerciales, resultado que podría indicar que en el período 2007-2016 buena parte de los recursos del segundo boom petrolero exacerbaron las importaciones en vez de contribuir a financiar transformaciones productivas al interior del capitalismo ecuatoriano que mejoren significativamente la calidad del empleo y de los salarios.

Este último tema igualmente se propone como hipótesis para una posible investigación futura, que tome en cuenta tanto una descripción analítica más rigurosa de la dinámica cíclica dentro de la periferia capitalista causada por la competencia real internacional, como una estimación estadística que pueda identificar tendencias estadísticamente relevantes no solo de corto plazo sino, sobre todo, de largo plazo y para un mayor número de países capitalistas periféricos (tomando en cuenta también sus distintas actividades económicas). Todo con el propósito de fomentar una discusión más amplia sobre hasta qué punto la sobreexplotación laboral y la competencia real en el capitalismo global tienden a perpetuar la condición *cíclica-dependencia* de la periferia; condición que posiblemente no se superará si no existen transformaciones radicales tanto al interior de los países periféricos, así como en sus vínculos con el resto del mundo.

## Agradecimientos

Agradecemos a los dos evaluadores anónimos, cuyas revisiones a una versión preliminar de este artículo mejoraron notablemente su versión final, sobre todo con respecto a la propuesta teórica aquí presentada.

## Referencias

- Abrigo, M., & Love, I. (2016). Estimation of panel vector autoregression in Stata. *The Stata Journal*, 16(3), 778-804.
- Acosta, A. & Cajas-Guijarro, J. (2016a). Ocaso y muerte de una revolución que al perecer nunca nació. *Ecuador Debate*, 98, 7-28.
- Acosta, A. & Cajas-Guijarro, J. (2016b). Patologías de la abundancia. Una lectura desde el extractivismo. En R. Domínguez (Ed.), *Nada dura para siempre. Neo-extractivismo tras el boom de las materias primas* (pp.391-425). Quito: Universidad Andina Simón Bolívar.
- Acosta, A. & Cajas-Guijarro, J. (2018). *Una década desperdiciada. Las sombras del correísmo*. Quito: Centro Andino de Acción Popular.
- Amin, S. (1974). *La acumulación a escala mundial*. Ciudad de México: Siglo XXI.
- Amín, S., Bettelheim, C., Emmanuel, A., & Palloix, Ch. (1976). *Imperialismo y Comercio Internacional (El intercambio desigual)*. Ciudad de México: Cuadernos Pasado y Presente.



- Andrews, D., & Lu, B. (2001). Consistent model and moment selection procedures for GMM estimation with application to dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 101(1), 123-164.
- Apostolakis, G., & Papadopoulos, A. (2019). Financial Stability, Monetary Stability and Growth: a PVAR Analysis. *Open Economies Review*, 30(1), 157-178.
- Arellano, M., & Bover, O. (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of Econometrics*, 68(1), 29-51.
- Astarita, R. (2013). *Economía política de la dependencia y el subdesarrollo. Tipo de cambio y renta agraria en la Argentina*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- Botwinick, H. (1993). *Persistent Inequalities. Wage disparity under capitalist competition*. Princeton: Princeton University Press.
- Boundi, F. (2017). Determinantes de las relaciones reales de intercambio de España con Alemania (1970-2010). Un análisis econométrico de la ventaja absoluta de costo intrasectorial. *Cuadernos de economía*, 36(71), 489-520.
- Boundi, F. (2019). Tipo de cambio real y ventaja absoluta de costo: España, 2000-2014. *Investigación Económica*, 78(307), 119-45.
- Brana, S, Djigbenou, M., & Prat, S. (2012). Global excess liquidity and asset prices in emerging countries: A PVAR approach. *Emerging Markets Review*, 13(3), 256-267.
- Cajas-Guijarro, J. (2015). *Clases sociales, desigualdad y subempleo en el capitalismo subdesarrollado*. (Tesis de máster). Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Quito.
- Cajas-Guijarro, J. (2018). La ley general de la acumulación capitalista: una reinterpretación. *Revista Economía (Universidad Central del Ecuador)*, 70(111), 47-67.
- Cajas-Guijarro, J., & Acosta, A. (2017). Con el correísmo de regreso al W.C. Una primera lectura al ciclo capitalista de la economía ecuatoriana entre 2000-2014. En A. López Andrade, D. Terán Pazmiño, y F. Hidalgo (Eds.), *Desafíos del pensamiento crítico: Memorias del Décimo Congreso Ecuatoriano de Sociología y Política. Tomo I* (pp.87-110). Quito: Universidad Central del Ecuador y CLACSO.
- Canova, F., & Ciccarelli, M. (2004). Forecasting and turning point predictions in a Bayesian panel VAR model. *Journal of Econometrics*, 120(2), 327-359.
- Carballa, S, Durand, C., & Knauss, S. (2016). *Uneven development patterns in global value chains. An empirical inquiry based on a conceptualization of GVCs as a specific form of the division of labor*. París: Centre d'Economie de l'Université de Paris Nord. Disponible en: <https://cepn.univ-paris13.fr/download-attachment/8779/>
- Carchedi, G. (1991). *Frontiers of Political Economy*. Londres: Verso.
- Dávila-Fernández, M., & Sordi, S. (2019). Distributive cycles and endogenous technical change in a BoPC growth model. *Economic Modelling*, 77, 216-233.
- Dos Santos, T. (1970). The Structure of Dependence. *American Economic Review*, 60(2), 231-36.
- Dussel, E. (2008). *Hacia un Marx desconocido. Un comentario de los Manuscritos del 61-63*. Iztapalapa: Siglo XXI y Universidad Autónoma Metropolitana.

- Emmanuel, A. (1972). *Unequal Exchange: A Study in the Imperialism of Trade*. Nueva York: Monthly Review Press.
- Gereffi, G. (2001). Las cadenas productivas como marco analítico para la globalización. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 32(125), 9-37.
- Goodwin, R. (1967). A growth cycle. En C.H. Feinstein (Ed.), *Socialism, Capitalism and Economic Growth: Essays Presented to Maurice Dobb* (pp.54-58). Cambridge: Cambridge University Press.
- Grinberg, N. (2016). Global Commodity Chains and the Production of Surplus-value on a Global Scale: Bringing Back the New International Division of Labour Theory. *Journal of World-Systems Research*, 22(1), 247-78.
- Grossman, H. ([1929] 2004). *La ley de la acumulación y del derrumbe del sistema capitalista: una teoría de la crisis*. Ciudad de México: Siglo XXI.
- Gudynas, E. (2009). Diez tesis urgentes sobre el nuevo extractivismo. En *Extractivismo, política y sociedad* (pp.187-225). Quito: Centro Andino de Acción Popular y CLAES.
- Guerrero, D. (1995). *Competitividad: teoría y política*. Barcelona: Ariel.
- Hadri, K. (2000). Testing for stationarity in heterogeneous panel data. *The Econometrics Journal*, 3(2), 148-161.
- Hamilton, J. (1994). *Time series analysis*. Princeton: Princeton University Press.
- Hansen, P. (1982). Large sample properties of generalized method of moments estimators. *Econometrica*, 50(4), 1029-1054.
- Harvey, D. (2003). *The New Imperialism*. Nueva York: Oxford University Press.
- Johnson, R. (2018). Measuring global value chains. *Annual Review of Economics*, 10, 207-36.
- Kaplinsky, R., & Morris, M. (2000). *A handbook for value chain research. Vol. 113*. Ottawa: Universidad de Sussex, Instituto de Estudios del Desarrollo.
- Laibman, D. (1992). *Value, Technical Change and Crisis: Explorations in Marxist Economic Theory*. Nueva York: Routledge.
- Lardic, S., & Mignon, V. (2002). *Econométrie des séries temporelles macroéconomiques et financières*. París: Economica.
- Lee, L., & Yu, J. (2010). Estimation of spatial autoregressive panel data models with fixed effects. *Journal of Econometrics*, 154(2), 165-185.
- Levin, A., Lin, C., & James, C. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*, 108(1), 1-24.
- Love, I. & Zicchino, L. (2006). Financial development and dynamic investment behavior: Evidence from panel VAR. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 46(2), 190-210.
- Marini, R.M. (1973). *Dialéctica de la dependencia*. Ciudad de México: ERA.
- Marx, K. ([1867] 2009). *El Capital. Crítica de la economía política. Libro primero. El proceso de producción del capital*. Ciudad de México: Siglo XXI.

- Marx, K. ([1894] 2009). *El Capital. Crítica de la economía política. Libro tercero. El proceso global de la producción capitalista*. Ciudad de México: Siglo XXI.
- Melguizo, C. (2015). *An analysis of the Okun's law for the Spanish provinces. AQR–Working Papers, 2015, AQR15/01*. Barcelona: Universidad de Barcelona. Descargado de: [https://www.ub.edu/irea/working\\_papers/2015/201501.pdf](https://www.ub.edu/irea/working_papers/2015/201501.pdf)
- Myrdal, G. (1957). *Teoría económica y regiones subdesarrolladas*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Noroña, S., & Cajas-Guijarro, J. (2014). Acumulación de capital, ejército industrial de reserva y su relación en la economía ecuatoriana. (Tesis de Ingeniería). Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Osorio, J. (2015). El sistema-mundo de Wallerstein y su transformación. Una lectura crítica. *Argumentos, 28(77)*, 131-153.
- Pinto, A. (1969). Condiciones sociales e integración regional. *El Trimestre Económico, 36(143)*, 395-413.
- Prebisch, R. (1950). *The economic development of Latin America and its principal problems*. Nueva York: Naciones Unidas.
- Prebisch, R. (1984). *Power relations and market laws*. Working Paper No. 35. Indiana: Universidad de Notre Dame, Helen Kellogg Institute for International Studies. Descargado de: [https://kellogg.nd.edu/sites/default/files/old\\_files/documents/035\\_0.pdf](https://kellogg.nd.edu/sites/default/files/old_files/documents/035_0.pdf)
- Ricardo, D. ([1817] 1951). *On the Principles of Political Economy and Taxation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ricci, A. (2019). Unequal Exchange in the Age of Globalization. *Review of Radical Political Economics, 51(2)*, 225-245.
- Seretis, S., & Tsaliki, P. (2016). Absolute advantage and international trade: Evidence from four Euro-zone economies. *Review of Radical Political Economics, 48(3)*, 438-451.
- Shaikh, A. (1980a). Foreign trade and the law of value: part II. *Science & Society, 44(1)*, 27-57.
- Shaikh, A. (1980b). The Laws of International Exchange. En E. Nell (Ed.), *Growth, Profits and Property: Essays in the Revival of Political Economy* (pp.204-235). Cambridge: Cambridge University Press.
- Shaikh, A. (1990). *Valor, acumulación y crisis*. Bogotá: Tercer Mundo Editores.
- Shaikh, A. (2008). Competition and Industrial Rates of Return. En P. Arestis & J. Eatwell (Eds.), *Issues in Economic Development and Globalisation, Festschrift in Honor of Ajit Singh* (pp.167-194). Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- Shaikh, A. (2016). *Capitalism: Competition, conflict, crises*. Oxford: Oxford University Press.
- Smith, A. ([1776] 1973). *The Wealth of Nations*. Londres: Penguin Books.
- Sotelo, A. (2017). *Sub-Imperialism Revisited. Dependency Theory in the Thought of Ruy Mauro Marini*. Boston: Brill.

Tokman, V., & García, N. (1981). *Dinámica del subempleo en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL.

Tsaliki, P., Paraskevopoulou, C., & Tsoulfidis, L. (2018). Unequal exchange and absolute cost advantage: evidence from the trade between Greece and Germany. *Cambridge Journal of Economics*, 42(4), 1043-86.

Tsay, R. (2005). *Analysis of Financial Time Series*. Nueva York: Wiley.

Tsoulfidis, L., & Tsaliki, P. (2005). Marxian Theory of Competition and the Concept of Regulating Capital: Evidence from Greek Manufacturing. *Review of Radical Political Economics*, 37(1), 5-22.

Tsoulfidis, L., & Tsaliki, P. (2019). *Classical Political Economics and Modern Capitalism*. Cham: Springer Nature.

Wallerstein, I. (2005). *Análisis de sistemas-mundo. Una introducción*. Ciudad de México: Siglo XXI.

## Anexos

### A.1 Pruebas de Estacionariedad.

Pruebas de estacionariedad	lnPIB (p-valor)	ENA/PEA (p-valor)	EBE/REM (p-valor)	lnM/X (p-valor)
Levin-Lin-Chun	0.000	0.000	0.000	0.000
Hadri	0.000	0.000	0.000	0.000
Hadri (con diferenciación)	1.000	0.995	0.999	0.999

(1) Levin-Lin-Chu: Ho. Los paneles contienen una raíz unitaria; Ha. Los paneles son estacionarios

(2) Hadri: Ho. Los paneles son estacionarios; Ha. Los paneles contienen al menos una raíz unitaria.

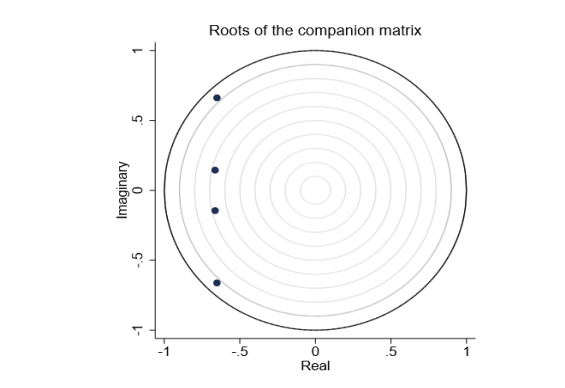
Fuente: TOU- BCE; ENEMDU-INEC; COMTRADE. Elaboración y estimación propias.

### A.2 Selección de Retardos para el modelo PVAR.

Lags	CD	J	MBIC	MAIC	MQIC
1	0.5988365	191.038	-92.81011	95.03803	20.42315
2	0.7207402	159.5056	-29.72646	95.50563	45.76238
3	0.9420568	86.11624	-8.499811	54.11624	29.24461

Fuente: TOU- BCE; ENEMDU-INEC; COMTRADE. Elaboración y estimación propias.

### A.3 Estabilidad del modelo con valores propios al interior del círculo unidad.



Fuente: TOU- BCE; ENEMDU-INEC. Elaboración y estimación propias.



## Stock market multiples in the valuation of unlisted agrifood companies

VIDAL GARCÍA, RAÚL

Departamento de Gestión de Empresas  
Universitat Rovira i Virgili

Correo electrónico: [rvidal26@xtec.cat](mailto:rvidal26@xtec.cat)

RIBAL SANCHIS, JAVIER

Departamento de Economía y Ciencias Sociales  
Universitat Politècnica de Valencia

Correo electrónico: [frarisan@esp.upv.es](mailto:frarisan@esp.upv.es)

BLASCO RUIZ, ANA

Departamento de Economía y Ciencias Sociales  
Universitat Politècnica de Valencia

Correo electrónico: [ablascor@upvnet.upv.es](mailto:ablascor@upvnet.upv.es)

### ABSTRACT

Stock price determination is one of the main issues involved in the acquisition of companies. The transparency and high volume of the stock market make it possible to ascertain valuation multiples. In the case of privately-held agrifood companies, valuation multiples are scarce and barely representative. This paper focuses on answering whether listed stock valuation multiples of the agrifood industry can be useful for the purposes of valuing unlisted small and medium-sized companies. A study into Spanish unlisted agribusinesses is designed for several samples and accounting years. By means of a discounted cash flow model combined with bootstrap techniques, the empirical distribution of the unlisted multiples is obtained for three growth hypotheses. The results show that the stock market P/E should not be used in the valuation process of unlisted agrifood companies, whereas the stock market EV/EBITDA may be used in the valuation process of unlisted small and medium-sized agrifood companies that consistently obtain positive cash flows.

**Keywords:** SMEs, bootstrap, food industry, valuation multiples.

**JEL classification:** G12; G34; M41; Q14.

**MSC2010:** 62F40M; 62P05; 62P20.

# Múltiplos de mercado en la valoración de empresas agroalimentarias no cotizadas

## RESUMEN

La determinación del precio de las acciones es uno de los principales problemas en la adquisición de compañías. La transparencia y el alto volumen de la bolsa de valores permiten determinar múltiplos de valoración. En el caso de las empresas agroalimentarias privadas, los múltiplos de valoración son escasos y poco representativos. Este trabajo se centra en responder si los múltiplos de valor de las empresas de la industria agroalimentaria que cotizan en bolsa pueden ser útiles para valorar Pymes. Un estudio sobre compañías españolas agroalimentarias no cotizadas ha sido diseñado para varias muestras y años base. Por medio de un modelo de flujos de caja descontados, combinado con técnicas bootstrap, se ha obtenido una distribución empírica de los múltiplos de empresas no cotizadas para tres hipótesis de crecimiento. Los resultados muestran que el múltiplo EV/EBITDA bursátil puede utilizarse en el proceso de valoración de Pymes agroalimentarias no cotizadas que obtienen sistemáticamente flujos de caja positivos.

**Palabras clave:** Pyme, bootstrap, industria agroalimentaria, múltiplos de valoración.

**Clasificación JEL:** G12; G34; M41; Q14.

**MSC2010:** 62F40M; 62P05; 62P20.



## 1. Introduction.

The European agrifood industry is mostly characterized by Small and Medium-sized Enterprises (SMEs); as of 2013, SMEs represented 99.13% of the total number of companies (Eurostat, 2016). Moreover, in 2014, SMEs employed almost 90 million people (67% of total employment) and generated 58% of the sector's value added. Indeed, the European Commission considers SMEs and entrepreneurship as key to ensuring economic growth, innovation, job creation, and social integration in the EU, given that, in the past five years they have created around 85% of the new jobs and provided two-thirds of the total private sector employment in the EU (Muller et al., 2014). McCann and Ortega-Argilés (2016) point out that, given the fact that SMEs and entrepreneurs are important drivers of the regional socio-economic system, they should be involved in the process of the setting-up, implementation and evaluation of smart specialization policies. As a large portion of the European regulations governing mergers focuses on large mergers and acquisitions, Weitzel and McCarthy (2011) indicate a possible need for more differentiated policies with respect to the mergers and acquisitions of SMEs. Specifically, they showed that in the period 1996-2007, 17.6% of Western European mergers and acquisitions in the agriculture industry were by SMEs. Van der Krogt et al. (2007) state that the major structural development in the agrifood industry is the wave of consolidations through mergers, acquisitions and alliances.

Stock price determination is one of the issues for the acquisition of companies (Koeplin et al. 2000). Having information on the P/E and EV/EBITDA for unlisted agrifood companies can provide a good grasp of the likely stock price range. The use of P/E or EV/EBITDA can yield starting figures for acquisition processes and the assessment of how the share price is evolving. In a study into mergers and acquisitions in the food business, Declerck (2016) concludes that transaction market multiples are widely used as benchmarks in negotiations between buyers and sellers as a focal point, since buyers may obtain more information in order to avoid overpaying. Weitzel and McCarthy (2011) also conclude that smaller firms finance M&A primarily with stock, which highlights the importance of having market benchmarks.

For Bancel and Mittoo (2014), multiple valuation models implicitly assume that markets are efficient and trades and transactions reflect fundamental or intrinsic firm values; but can those fundamental values be used for SMEs? Our study focuses on answering whether listed stock valuation multiples of the agrifood industry can be useful for the purposes of valuing unlisted small and medium-sized agrifood companies.

Specifically, we have worked with a sample of Spanish agrifood companies together with European listed agrifood companies using 4 base years (2010-2013). Furthermore, both P/E and EV/EBITDA are specifically taken into consideration in order to discover which one is a better means of valuing small and medium-sized unlisted companies.

To answer these questions, we need to know if the P/E (or the EV/EBITDA) of unlisted agrifood companies is significantly different from the P/E (EV/EBITDA) of listed agrifood companies. To this end, the P/E and EV/EBITDA of the unlisted companies have to be obtained. Consequently, both the stock price and the company value are needed for each unlisted company. As there is no available market for unlisted companies, both the price and the value are obtained applying a discounted cash flow model under several growth scenarios. In order to deal with variability, the bootstrap is incorporated into the valuation method and into the later valuation multiples. The bootstrap is also used to obtain the empirical distribution of the average multiple of the listed companies. Finally, the statistical difference between multiples is checked.

The rest of the paper is developed as follows. Section 2 carries out a literature review about valuation multiples. Section 3 details how to determine the fundamental EV and price of unlisted agrifood companies considering several growth hypotheses. Section 4 explains how to carry out the statistical contrast between unlisted and listed equity and entity multiples by means of bootstrap techniques. Section 5 introduces a study into unlisted Spanish agribusinesses which has been designed



for several samples and accounting years. Additionally, the estimation of the fundamental multiples for the Spanish agrifood companies is detailed. Section 6 shows the main results of the statistical contrast, while section 7 provides the main conclusions.

The work sheds some light on the use of stock exchange multiples to estimate the share price or the value of unlisted companies. As a novelty, it combines discounted cash flow models together with the bootstrap technique in order to obtain the empirical distribution of the average valuation multiples of the unlisted agrifood companies. The results show the stock market P/E and EV/EBITDA multiples should not be used in the valuation process of unlisted agribusinesses. However, the stock market EV/EBITDA multiples may be used in the valuation process of those unlisted small and medium-sized agribusinesses that are consistently obtaining positive cash flows.

## **2. Literature review.**

Having reviewed accounting and finance literature, a number of studies have shown that earnings-based multiples (e.g, P/E, EV/EBITDA) are the most popular valuation methods used in practice (Eberhart, 2004; Cascino et al., 2014). Other authors agree with this research work: Cheng and McNamara (2000) explain that the P/E valuation method is one of the most popular in the investment community; in a survey of analysts, Vydrzel and Soukupová (2012) find that 94% of the participants choose EV/EBITDA as the most commonly used valuation market multiple; by means of a survey answered by 1,980 US analysts, Pinto et al. (2015) discover that the P/E is the most popular multiple, used by 88.1% of the analysts who use market multiples. These authors also note that EV/EBITDA is overwhelmingly the most popular EV ratio and is clearly a widely used metric in current valuation practice. Imam et al. (2008) find that the P/E ratio has been considered as an unsophisticated valuation multiple, though it is still widely acknowledged by investment analysts in particular.

The transparency and high volume of the stock market make it possible to ascertain the valuation multiples. Unfortunately, this is only true for listed companies. In the case of privately held companies, valuation multiples are scarce and barely representative (Ribal et al., 2010). Plenborg & Pimentel (2016) state that smaller firms are often characterized by a lower information environment when compared with larger firms, which makes the valuation of such firms more challenging. Several studies analyze how professionals price privately held companies: Rojo & García, 2006 state that, when pricing SMEs, practitioners tend to rely on accounting methods, namely net asset valuation, or on fundamental methods, namely discounted cash flows, DCF. However, Vydrzel & Soukupová (2012) find that in privately held firms multiples are sometimes given higher priority over DCF for time reasons.

Stock multiples, as unsophisticated models (Imam et al., 2008), might be useful to estimate the value of privately held firms in scarce information environments. However, Plenborg & Pimentel (2016), among others, state that applying stock multiples to privately held firms requires the valuation to be adjusted for the lack of marketability. In the same way, Officer (2007) finds that unlisted companies sell at a discount of 15% to 30% on average relative to control-related trades of public firms. Overall, the question remains whether stock multiples can be applied to pricing unlisted companies.

## **3. Methodological procedures.**

According to the main goal of the study, fundamental P/E and EV/EBITDA for unlisted agrifood companies have to be estimated and then contrasted with the observed P/E and EV/EBITDA of the agrifood stock market. This involves obtaining the fundamental price (value of common equity) and the enterprise value, without recurring to the stock market.

### 3.1. Estimation of valuation multiples for unlisted agrifood companies.

The fundamental price (fundamental EV) will be obtained from a model of discounted free cash flows (Damodaran, 2006). This is a two-stage model. The first stage estimates the present value of free cash flow during an explicit forecast period. The second stage estimates the present value of free cash flows assuming that the firm reaches steady state after  $n$  years and starts growing at a stable rate after that; this is called the terminal value.

Equation (1) shows the whole model for the company “ $j$ ” for “ $n$ ” years in the first-stage. Once the enterprise value (EV) is obtained, the price can be worked out by subtracting all the non-equity claims from the enterprise value (Koller et al., 2015).

$$EV_j = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{FCF_{ji}}{(1+WACC)^i} + TV_j \quad (1)$$

The Free Cash Flows (FCF) for company “ $j$ ” in the projected year “ $i$ ” are calculated as shown in Equation (2), with:

EBIT: Earnings before Interest and Taxes

$t$ : corporate tax rate

DA: are the Depreciations and Amortizations

CAPEX: Capital Expenditure

CWC: Change in the Working Capital

$$FCF_{ji} = EBIT_{ji} * (1 - t_j) + DA_{ji} - CAPEX_{ji} - CWC_{ji} \quad (2)$$

The FCF are discounted by using the Weighted Average Cost of Capital (WACC), Equation (3) with

E: Equity, D: Debt,  $k_e$ : cost of equity,  $k_d$ : cost of debt ( $k_d$ )

$$WACC = k_e * \frac{E}{(E+D)} + k_d * (1 - t) * \frac{D}{(E+D)} \quad (3)$$

The terminal value (TV) is calculated according to Equation (4) as a going concern at the time of the terminal value estimation (Gordon’s model). Using a survey of 356 valuation experts across 10 European countries, Bancel and Mitto (2014) report that 51% of the respondents rely on a normative terminal cash flow growing until infinity. Vydrzel and Soukupová (2012) indicate that Gordon’s model for economic growth is the dominant model for the terminal value calculation.

$$TV_j = \frac{\left[ \frac{FCF_{jn} * (1+g_j)}{(WACC_j - g_j)} \right]}{(1+WACC_j)^n} \quad (4)$$

Finally, the P/E is ascertained by dividing the price by the net income while the EV/EBITDA is obtained by dividing its components.

This valuation model is widespread (Damodaran, 2006) but we need to apply it to a whole industry of unlisted companies and contrast the existence of a statistical difference between the P/E (EV/EBITDA) of unlisted and listed agrifood companies.

### 3.2. Null hypothesis.

As seen in section 2, some authors suggest that privately held firms will sell at a discount to comparable listed firms. The null hypothesis to be tested is:

H<sub>0</sub>: On average, the P/E (EV/EBITDA) multiple of unlisted agrifood companies, obtained by discounted cash flows, is statistically different from the P/E (EV/EBITDA) multiple of the agrifood stock market, assuming the same risk measure for both types of companies.

### 3.3. Contrast of valuation multiples.

We will assume, as the null hypothesis, that the P/E (EV/EBITDA) of unlisted agrifood companies is statistically different from the P/E (EV/EBITDA) multiple of the agrifood stock market.

Instead of computing the mean of the P/E multiple, the statistical contrast is based on the harmonic weighted average method for calculating the P/E multiple of the industry. This is equivalent to computing the industry P/E as shown in Equation (5).

$$P/E_{agrifood} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{E_1 + E_2 + \dots + E_n} \quad (5)$$

with P<sub>i</sub>: market (fundamental) Price of equity of company “i”, E<sub>i</sub>: Earnings of company “i”. Operating on (5), the harmonic weighted average is obtained (Equations 6 to 9).

$$P/E_{agrifood} = \frac{1}{\frac{E_1}{\sum P_i} + \frac{E_2}{\sum P_i} + \dots + \frac{E_n}{\sum P_i}} \quad (6)$$

$$P/E_{agrifood} = \frac{1}{\frac{E_1 * P_1}{\sum P_i * P_1} + \frac{E_2 * P_2}{\sum P_i * P_2} + \dots + \frac{E_n * P_n}{\sum P_i * P_n}} \quad (7)$$

$$P/E_{agrifood} = \frac{1}{\frac{E_1 * P_1}{P_1 * \sum P_i} + \frac{E_2 * P_2}{P_2 * \sum P_i} + \dots + \frac{E_n * P_n}{P_n * \sum P_i}} \quad (8)$$

$$P/E_{agrifood} = \frac{1}{\frac{E_1 * W_1}{P_1} + \frac{E_2 * W_2}{P_2} + \dots + \frac{E_n * W_n}{P_n}} \quad (9)$$

with W<sub>i</sub>: weighted price of company “i” in the whole industry.

At the same time, the EV/EBITDA contrast can be set in the same way.

This has some advantages, such as showing less sensitivity to the presence of outliers, which can easily distort the results in average multiples (Vakili & Schmitt, 2014). Researchers, such as Liu et al. (2002) and Damodaran (2006), report the existence of skewness in valuation multiple distributions, which introduces a bias into the mean multiple. Some financial data providers, such as Morningstar (2005), use this procedure to determine the average price ratios of investment portfolios. For Agrawal et al. (2010), the portfolio harmonic mean of the P/E multiple is the logical approach to averaging valuation multiples. Liu et al. (2002) also reported that performance improves when multiples are computed using the harmonic mean, when compared with the mean or the median.

In order to test the difference between unlisted agrifood companies and stock market observed average P/E (EV/EBITDA) multiples, a bootstrap technique has been used. Bootstrapping is a technique

that resamples from the original data set (Efron, 1979; Davidson & Hinkley, 1997) allowing any lack of normality issues to be avoided. Bootstrap methods have many applications for certain kinds of computations, such as biases, standard errors and confidence limits (Hesterberg et al., 2005; Chernick & LaBudde, 2014).

The implementation of the bootstrap, together with the harmonic weighted average P/E (EV/EBITDA) ratio, has been carried out as follows.

Each variable of the fundamental model applied to unlisted companies is resampled, the bootstrap mean is obtained and the procedure is replicated 10,000 times. At the same time, the earnings are also bootstrapped. A matrix is obtained, made up of the valuation parameters and the earnings as columns and each bootstrap replicate in rows. For each row, the fundamental mean value is worked out and the fundamental price is obtained by subtracting the net debt. Using those 10,000 fundamental mean prices (values) and the corresponding earnings (EBITDA), the empirical bootstrap distribution for the mean P/E (EV/EBITDA) ratio is built. In the same way, the empirical bootstrap distribution for quoted stock P/E (EV/EBITDA) ratio has been determined by bootstrapping Prices and Earnings (Enterprise Values and EBITDAs).

Comparing the empirical distribution of the P/E (EV/EBITDA) ratio for both unlisted and listed companies, the null hypothesis can be tested. To do this, a new empirical distribution is built by means of the ratio shown in Equation (10), the position of zero (no difference) relative to the empirical distribution will allow the level of statistical significance to be obtained.

$$\text{Contrast ratio} = \frac{M_{\text{unlisted}}}{M_{\text{listed}}} - 1 \quad (10)$$

#### 4. Data management and sample selection procedure.

To contrast the null hypothesis, an application has been developed over four different base years (2010, 2011, 2012 and 2013), by using two main data sources of food companies.

The accounting data of unlisted Spanish food companies have been obtained from a database, specifically the ‘Sistema de Análisis de Balances Ibéricos’ (SABI).

The data for quoted food companies have been obtained from the European stock markets instead of only using the Spanish quoted food companies. Currently, there are 8 listed companies in the Food industry in Spain. This figure was even lower in the years of this study (around 6 companies) and it has been deemed insufficient to carry out the contrast.

Accounting and market data of listed European agrifood companies from 2005 to 2013 have been gathered from the Damodaran website (2014) under the industry group of food processing. None of the data sources include beverage manufacturers.

The unlisted Spanish companies have been selected, taking those Limited Companies whose main NACE code is C10 (Manufacture of food products). The NACE is the statistical classification of economic activities in the EU. Overgaard-Knudsen and Kold (2015) proved that selections based on industry affiliation are more accurate than those based on any measure of quality in the P/E valuations. For Kang (2016), the precision of the valuation is affected by both the choice of multiple and that of the peer selection criteria, and concludes that EV/EBITDA leads to a more accurate valuation in some specific cases.

The companies that make up the food industry exhibit great variability in terms of capital, turnover or results. For that reason, in addition to the whole sample, two subsamples have been considered in order to gain some homogeneity:

a) **Whole sample.** Unlisted Spanish food companies with a turnover of over 2 million euros. Imposing this condition on turnover excludes companies classified as micro-companies according to EU recommendation 2003/361. The main reason for discarding those companies is to ensure better quality accounting data.

b) **Small and Medium Enterprises (SMEs).** Those companies with a turnover of under 50 million Euros have been selected from the whole sample. According to the definition of a SME in EU recommendation 2003/361, a turnover of 50 million euros is the maximum established amount.

c) **Success bias SMEs.** Those companies with positive free cash flow in each of the 5 years prior to the base year have been drawn from the previous category sample.

The whole sample of unlisted food companies is made up of those companies with accounting data for the base years. For each base year, 5 years of historical data are needed. 3,175 companies were found with the accounting data necessary for the base years as well as for the historical years. Table 1 gathers the number of companies for each sample and base year. It also shows the number of food manufacturing companies listed in the European markets.

Table 2 shows both the average and several percentile measures of some of the main accounting variables (from the balance sheet: Assets; from the Income Statement: Sales and EBITDA) for the unlisted agribusiness samples. In the three subsamples and for Assets, Sales and EBITDA, the average value is greater than the percentile 50, meaning that the distributions are skewed to the right. The values of the whole sample are higher than those of the success subsample, which are higher than those of the SMEs subsample.

**Table 1. Sample size according to the base year.**

Base year	Historical data	Unlisted agribusinesses			Listed agribusinesses
		Whole sample	SMEs	Success	
2010	2005-2009	1,639	1,504	122	84
2011	2006-2010	1,663	1,510	140	75
2012	2007-2011	1,732	1,560	137	91
2013	2008-2012	1,801	1,627	265	94

Source: Own elaboration.

**Table 2. Main accounting variables of Spanish unlisted agrifood companies.**

Year	Stat	Assets			Sales			EBITDA		
		Whole	SMEs	Success	Whole	SMEs	Success	Whole	SMEs	Success
2010	Mean	15,030	5,902	7,461	19,069	7,024	9,089	1,140	410	965
2010	P05	778	741	992	1,399	1,365	1,727	21	19	37
2010	P25	1,746	1,661	1,947	2,436	2,322	2,864	74	67	171
2010	P50	3,313	2,952	3,788	4,252	3,859	4,978	182	157	438
2010	P75	8,865	6,512	9,803	10,828	7,985	12,187	544	398	1,275
2010	P95	50,401	20,881	28,350	68,210	25,563	28,971	3,575	1,655	3,422
2011	Mean	15,058	5,927	8,002	20,433	7,074	10,427	1,167	399	1,008
2011	P05	830	799	938	1,444	1,398	1,935	22	21	39
2011	P25	1,835	1,725	1,960	2,497	2,379	3,135	77	69	155
2011	P50	3,530	3,092	4,462	4,479	3,979	6,122	182	156	451
2011	P75	9,348	6,641	11,196	11,689	8,176	14,774	543	392	1,352

2011	P95	49,935	20,822	25,868	70,062	24,301	32,862	3,768	1,632	3,604
2012	Mean	15,054	6,005	7,791	20,281	7,132	10,090	1,134	390	1,007
2012	P05	878	848	933	1,484	1,438	1,883	22	20	39
2012	P25	1,901	1,785	1,952	2,528	2,395	2,996	77	69	135
2012	P50	3,711	3,211	3,994	4,590	4,007	5,517	181	153	356
2012	P75	9,784	6,891	11,126	12,045	8,254	13,823	556	383	1,320
2012	P95	51,236	21,223	25,800	71,543	24,625	35,016	3,730	1,522	3,730
2013	Mean	15,854	6,370	7,254	21,158	7,588	8,690	1,117	404	693
2013	P05	904	872	958	1,510	1,468	1,560	21	19	29
2013	P25	1,982	1,858	1,912	2,572	2,441	2,522	74	67	86
2013	P50	3,870	3,353	3,597	4,815	4,223	4,443	180	151	217
2013	P75	10,306	7,302	8,222	12,661	9,079	9,956	571	387	685
2013	P95	55,667	22,574	25,187	75,249	26,685	34,055	3,866	1,570	3,210

Mean and percentiles in thousands of euros.

Source: Own elaboration.

Those companies with incomplete, inconsistent or illogical data have been removed. In addition, every year those companies had negative EBIT, they have been removed (Damodaran, 2006; Liu et al., 2002). For all of these reasons, there are fewer companies in the whole sample (Table 1) than in the original one.

## 5. Estimation of the fundamental multiples of the unlisted Spanish agrifood companies.

The estimation of the stock price implies determining the enterprise value (EV) first, following the aforementioned two-stage valuation model (Equation 1).

### 5.1. Time horizons and time windows.

The time span of the first stage of valuation is fixed at five years. In a survey of analysts, Vydziel and Soukupová (2012) find that respondents (82%) make forecasts ranging from one up to five years. Rojo and García (2006) report that five years is the most frequent length of period used to forecast the value of firms. In a study into how corporate financial advisers and private equity funds apply present value approaches in privately held firms, Petersen et al. (2006) show that the average forecasting horizon is six years.

The FCF predictions have been carried out for four different time windows, considering that the valuation process takes place over four different base years from 2010 to 2013. For each base year, the accounting information of the preceding 5 years has been used. Bancel and Mittoo (2014) find that nearly half (49%) of a sample of European analysts examine the firm's past performance when estimating cash flows. Table 3 shows the time layout for each base year.

**Table 3. Layout of valuation time windows.**

Historical Data	Base year	Projected years (1st stage)	Terminal Value (2nd stage)
2005:2009	2010	2011:2015	2016-
2006:2010	2011	2012:2016	2017-
2007:2011	2012	2013:2017	2018-
2008:2012	2013	2014:2018	2019-

Source: Own elaboration.

The average value of the main components of the FCF for each base year and the five previous years are shown in Table 4 for the three subsamples.

**Table 4. FCF average inputs\* for each base year and previous years for the 3 subsamples.**

Sample	Year	n	EBIT	DA	CAPEX	CWC	Taxes
Whole	2006	1,639	992.16	502.38	783.44	226.58	227.58
	2007	1,639	1141.11	551.58	900.61	206.12	294.39
	2008	1,639	1199.71	543.20	934.31	358.54	239.84
	2009	1,639	1160.98	557.68	772.48	-335.99	240.88
	2010	1,639	1208.40	583.74	711.63	7.13	271.27
Whole	2007	1,663	1079.54	524.29	899.12	189.35	276.56
	2008	1,663	1235.09	525.56	882.56	350.47	254.06
	2009	1,663	1157.44	536.08	748.73	-272.23	237.29
	2010	1,663	1183.97	558.86	698.95	106.55	270.97
	2011	1,663	1178.90	575.62	744.13	480.37	268.39
Whole	2008	1,732	1174.51	500.29	1018.52	378.59	244.76
	2009	1,732	1098.39	516.98	741.44	-196.16	220.89
	2010	1,732	1131.44	548.03	720.12	162.94	261.79
	2011	1,732	1128.80	565.01	717.63	460.16	258.70
	2012	1,732	1136.41	581.71	850.68	-319.46	243.67
Whole	2009	1,801	1092.36	510.87	910.94	-105.78	218.52
	2010	1,801	1135.08	545.96	704.07	111.21	260.89
	2011	1,801	1121.65	564.17	720.47	450.02	254.86
	2012	1,801	1160.80	581.07	841.18	-330.55	247.64
	2013	1,801	1077.52	603.57	798.35	-112.20	237.21
Sample	Year	n	EBIT	DA	CAPEX	CWC	Taxes
SMEs	2006	1,504	353.91	208.54	369.57	80.97	105.81
	2007	1,504	411.83	223.29	433.30	88.51	104.36
	2008	1,504	419.19	236.45	422.43	392.19	84.79
	2009	1,504	429.36	253.23	340.75	-48.16	95.14
	2010	1,504	437.39	262.51	368.64	53.58	100.48
SMEs	2007	1,510	372.88	219.16	430.13	92.65	93.27
	2008	1,510	396.84	232.94	399.28	358.03	81.32
	2009	1,510	399.82	246.78	316.15	-46.84	87.93
	2010	1,510	414.48	255.96	354.87	75.49	95.05
	2011	1,510	411.16	262.56	351.60	132.52	90.69
SMEs	2008	1,560	377.43	228.44	480.65	358.51	74.42
	2009	1,560	383.55	243.93	297.98	-0.67	82.24
	2010	1,560	397.36	254.23	349.91	66.55	88.83
	2011	1,560	396.57	257.87	335.70	121.63	87.52
	2012	1,560	395.57	257.53	313.78	100.41	82.92
SMEs	2009	1,627	390.00	239.57	396.79	76.30	83.40
	2010	1,627	401.37	250.46	337.35	42.57	89.07
	2011	1,627	400.96	254.01	339.65	100.60	86.66
	2012	1,627	409.72	255.29	306.51	109.94	84.67
	2013	1,627	416.22	261.00	297.52	28.79	88.18
Sample	Year	n	EBIT	DA	CAPEX	CWC	Taxes
Success	2006	122	787.25	317.50	269.82	2.74	249.99
	2007	122	958.27	328.00	270.11	146.79	284.26
	2008	122	988.34	326.52	290.55	-3.57	267.51
	2009	122	983.04	320.82	213.49	-228.73	278.75
	2010	122	1108.10	304.24	261.25	-23.22	312.27
Success	2007	140	893.70	361.04	320.88	79.05	255.51
	2008	140	973.10	364.73	298.43	-57.74	249.96
	2009	140	1018.24	361.71	246.59	-276.65	278.11
	2010	140	1094.81	344.97	254.50	-1.62	305.91

	2011	140	1058.33	334.01	269.96	25.48	295.23
	2008	137	893.85	354.34	287.93	-115.58	228.34
	2009	137	963.18	349.14	235.67	-223.74	266.28
Success	2010	137	1068.99	343.02	249.75	-24.74	293.87
	2011	137	1047.20	329.55	245.48	97.56	290.23
	2012	137	1060.14	311.59	251.53	5.55	287.65
	2009	265	641.60	335.25	230.46	-217.40	153.28
	2010	265	706.38	347.38	192.42	-8.97	176.51
Success	2011	265	702.51	335.88	194.74	44.41	175.02
	2012	265	705.54	320.75	192.15	-10.05	180.70
	2013	265	707.65	311.40	201.15	-91.79	180.10

\*Accounting variables in thousands of Euros.

Source: Own elaboration.

## 5.2. Determination of the free cash flows (FCFs).

When estimating the future FCFs in the valuation of private companies, there is no analysts' prediction available. In order to tackle the uncertainty of the future cash flows, three different forecasting approaches have been used. All of them try to mimic the different ways that valuation professionals can estimate the FCFs of a private company valuation. The three approaches use the 5 years prior to the base year to compute the future FCFs. Also, all of the approaches use a bootstrap technique to obtain possible future paths of the FCFs of the average company. In order to ensure that all of the companies are considered in every run of the bootstrap process, a stratified resampling has been used (Davidson & Hinkley, 1997). The criterion to form the strata is the fiscal number of the company.

The first approach uses the historic FCFs to obtain the empirical distribution of the FCFs of the average agrifood company. The historic FCFs of each company make up each stratum. 10,000 bootstrap replicates are obtained for each forecasted year; therefore, a 10,000 x 5 matrix is obtained. Each matrix row is a feasible path of the future FCFs of the average company. This procedure is repeated for each base year. The future FCFs in this approach are built upon the previous FCFs and it uses no growth rate.

The second approach models the historic growth of the sales by using a bootstrap with stratified resampling as well. According to Ahmed and Safdar (2016), sales growth has frequently been used by researchers as a summary growth measure. Penman (2007) notes that sales are the primary driver of the forecasted future performance of companies. The historic sales of each company make up each stratum. From 10,000 bootstrap replicates of the industry sales, a matrix of 10,000 rows and 5 columns (5 forecasted years) is obtained. The expected annual growth for each future year and path is obtained and applied to the average FCFs of each respective base year.

The third approach uses the historic growth of the EBITDA in a similar manner to the second approach. In this approach, the historic EBITDAs of each company make up a stratum. Kaplan and Ruback (1995) state that EBITDA is a good proxy for cash flows and is, therefore, especially relevant in a valuation context.

These three growth approaches are used in the FCF model to determine the FCF of the first five forecast years. They are termed:

Growth approach 1: Stratified bootstrap

Growth approach 2: Sales growth bootstrap

Growth approach 3: EBITDA growth bootstrap



Each of these approaches will generate thousands of possible paths to be followed by the future FCFs of the average company. Every path will be used to determine the value (EV) according to Equation (1) in each sample.

The main distributional characteristics of the average FCF of the 5 forecast years are included in Tables 5.1, 5.2 and 5.3 for each sample, growth model and base year.

**Table 5.1. Characteristics of the average FCF of the 5 forecast years (Whole Sample).**

Forecast Year	Stratified Bootstrap			Sales Growth Bootstrap			EBITDA Growth Bootstrap			
	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	
Base Year 2010	2011	346.64	522.66	677.82	830.16	841.61	853.68	825.23	844.63	870.75
	2012	378.92	523.93	664.78	858.25	877.66	898.27	852.70	884.51	927.27
	2013	343.79	521.90	694.25	894.14	915.39	937.56	885.26	926.11	984.59
	2014	319.75	522.83	673.80	928.34	954.81	985.78	922.52	970.04	1031.96
	2015	340.93	523.38	666.13	959.37	996.02	1033.97	962.75	1015.48	1091.31
Base Year 2011	2012	248.45	488.85	705.20	277.29	281.69	286.29	268.91	275.62	282.98
	2013	260.01	490.07	675.58	287.64	294.72	300.96	273.57	281.98	293.99
	2014	293.20	487.11	714.08	297.90	308.48	315.99	275.07	288.52	305.85
	2015	285.75	487.73	695.05	311.93	322.79	334.31	279.22	295.22	312.88
	2016	276.87	487.69	732.39	326.68	337.71	351.56	284.09	302.10	320.52
Base Year 2012	2013	175.39	512.63	937.37	948.51	965.77	982.27	891.69	931.97	967.91
	2014	205.64	520.56	953.00	985.80	1008.40	1030.38	874.71	939.05	990.27
	2015	190.38	526.99	914.27	1023.70	1052.89	1079.47	870.06	946.11	1009.47
	2016	227.65	523.82	895.64	1064.31	1099.52	1135.03	870.22	954.05	1028.94
	2017	149.13	520.33	986.76	1104.08	1148.12	1185.91	876.39	960.95	1058.17
Base Year 2013	2014	348.70	633.61	1025.99	787.94	802.51	813.50	693.48	759.72	796.95
	2015	329.47	631.70	1041.44	837.14	859.09	875.99	668.70	769.88	828.15
	2016	326.49	632.69	1053.14	892.50	919.73	949.82	691.09	781.05	863.17
	2017	329.59	642.64	1049.45	941.33	984.64	1015.39	676.32	791.76	893.57
	2018	349.12	633.09	1016.01	1009.09	1053.82	1089.56	694.31	802.97	945.96

\*FCF in thousands of euros

Source: Own elaboration.

**Table 5.2. Characteristics of the average FCF of the 5 forecast years (SMEs Sample).**

Forecast Year	Stratified Bootstrap			Sales Growth Bootstrap			EBITDA Growth Bootstrap			
	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	
Base Year 2010	2011	4.27	50.39	105.82	180.82	182.93	185.19	182.03	185.56	189.97
	2012	6.74	52.15	105.19	187.54	190.47	193.48	190.44	196.03	201.96
	2013	0.33	51.11	95.91	194.99	198.35	201.86	199.60	206.98	214.90
	2014	4.51	52.36	106.94	201.77	206.52	211.59	208.96	218.66	230.28
	2015	-2.58	51.11	101.66	209.27	215.05	220.34	218.57	230.90	243.22
Base Year 2011	2012	18.02	57.67	99.80	97.24	98.26	99.25	95.63	97.41	99.73
	2013	18.56	58.34	95.73	100.91	102.35	104.05	97.69	100.61	103.35
	2014	18.39	58.27	95.43	104.79	106.62	108.52	100.12	103.89	107.29
	2015	6.86	58.18	99.91	108.72	111.08	113.34	102.71	107.34	111.48
	2016	15.24	57.73	102.83	113.14	115.71	118.21	105.48	110.87	115.95
Base Year 2012	2013	25.55	64.49	98.53	151.74	153.09	154.53	147.71	150.65	153.85
	2014	27.79	64.53	116.11	156.45	158.50	160.80	149.45	153.51	158.27
	2015	22.41	65.13	109.28	161.40	164.09	166.55	151.30	156.38	162.38
	2016	21.89	65.17	100.56	166.80	169.84	172.73	153.98	159.33	166.33
	2017	31.08	65.68	104.63	172.30	175.78	178.96	155.16	162.34	169.89
Base Year 2013	2014	121.70	156.97	195.55	267.62	270.88	273.21	253.00	260.83	265.91
	2015	123.37	156.59	190.64	283.05	286.54	290.27	256.95	265.70	273.31
	2016	109.03	156.61	191.14	299.13	303.06	307.56	260.27	270.60	281.68
	2017	113.33	156.31	193.68	314.74	320.58	326.58	262.32	275.53	288.04
	2018	120.08	156.71	194.52	332.62	339.06	346.86	265.70	280.55	295.96

\*FCF in thousands of euros

Source: Own elaboration.

**Table 5.3. Characteristics of the average FCF of the 5 forecast years (Success Sample).**

Forecast Year	Stratified Bootstrap			Sales Growth Bootstrap			EBITDA Growth Bootstrap			
	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	
Base Year 2010	2011	715.87	815.56	948.13	924.57	942.56	965.11	920.48	964.68	1014.10
	2012	712.68	813.43	958.75	951.49	978.85	1007.70	961.34	1025.08	1090.27
	2013	710.52	812.05	949.80	973.12	1016.94	1052.27	1005.73	1089.30	1171.83
	2014	714.62	812.15	965.59	999.54	1056.21	1100.66	1048.62	1158.38	1281.53
	2015	690.56	813.89	957.45	1039.49	1096.96	1147.38	1079.28	1232.13	1380.74
Base Year 2011	2012	803.19	889.49	1049.67	847.37	865.99	884.56	818.94	862.71	900.11
	2013	776.88	888.12	989.43	865.55	892.16	920.18	832.96	885.15	941.16
	2014	804.36	890.06	1010.60	885.87	919.10	952.85	841.27	908.94	981.56

	<b>2015</b>	794.21	888.44	1024.65	907.34	947.01	990.31	847.99	933.00	1032.96
	<b>2016</b>	775.15	889.77	1003.26	928.71	975.87	1024.61	848.28	957.71	1063.83
	<b>Forecast Year</b>	<b>Stratified Bootstrap</b>			<b>Sales Growth Bootstrap</b>			<b>EBITDA Growth Bootstrap</b>		
		<b>Min</b>	<b>Mean</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Mean</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Mean</b>	<b>Max</b>
<b>Base Year 2012</b>	<b>2013</b>	813.78	903.34	1007.36	869.26	886.83	908.90	834.93	884.22	950.36
	<b>2014</b>	814.85	902.43	1013.67	876.33	910.29	940.88	834.67	905.08	992.77
	<b>2015</b>	816.94	902.02	1006.85	892.77	934.31	968.44	839.77	926.90	1035.70
	<b>2016</b>	810.10	901.44	1009.46	919.14	959.00	1007.18	836.17	948.25	1077.20
	<b>2017</b>	817.97	901.44	999.24	938.08	984.39	1035.30	851.98	971.23	1105.45
	<b>Forecast Year</b>	<b>Stratified Bootstrap</b>			<b>Sales Growth Bootstrap</b>			<b>EBITDA Growth Bootstrap</b>		
		<b>Min</b>	<b>Mean</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Mean</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Mean</b>	<b>Max</b>
<b>Base Year 2013</b>	<b>2014</b>	656.24	715.95	777.82	766.20	780.37	795.66	721.03	753.72	781.96
	<b>2015</b>	661.39	715.75	765.90	795.52	817.09	841.20	716.40	761.65	802.03
	<b>2016</b>	662.74	716.07	762.97	830.92	855.36	880.47	706.82	770.10	821.74
	<b>2017</b>	666.82	715.71	765.93	863.71	895.60	932.95	707.52	778.35	846.18
	<b>2018</b>	667.55	715.51	764.77	897.25	937.52	981.23	707.37	786.36	861.33

\*FCF in thousands of euros

Source: Own elaboration.

### 5.3. Determination of the terminal value.

The terminal value is determined by Equation (2). The starting FCF is taken from each respective random path. The long-term growth is fixed by taking the Spanish GDP series from 1996 to the base year. When using the DCF model, growth is assumed to adjust to the estimated long-term growth rates of the GDP (Brealey et al., 2016; Muller & Ward, 2016). Penman (2001) states that, in practice, analysts often apply an assumed growth rate equal to average gross domestic product growth. A bootstrap procedure is applied to compute the empirical distribution of the average GDP. Each bootstrap replicate is used in each random path.

The main distributional characteristics of the average discounted terminal value are included in Table 6 for each sample, growth model and base year.

**Table 6. Distributional characteristics of the average discounted terminal value.**

<b>Base Year</b>	<b>FCF Growth Approaches</b>	<b>Whole</b>			<b>SMEs</b>			<b>Success</b>		
		<b>Min</b>	<b>Mean</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Mean</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Mean</b>	<b>Max</b>
<b>2010</b>	<b>Stratified Bootstrap</b>	4,845.7	9,387.4	15,636.47	-56.6	1,012.0	2,531.6	9,586.2	13,958.9	22,438.5
	<b>Sales Growth</b>	11,380.3	17,848.6	26,681.89	2,550.8	4,259.1	6,391.4	12,655.3	18,821.2	27,746.9
	<b>EBITDA Growth</b>	11,883.5	18,197.7	28,096.68	2,765.2	4,573.3	6,789.3	14,198.1	21,136.9	31,952.6
<b>2011</b>	<b>Stratified Bootstrap</b>	3,261.1	6,740.0	11,302.67	249.7	879.0	1,605.6	8,220.5	11,873.7	17,586.9
	<b>Sales Growth</b>	3,372.0	4,665.0	6,812.07	1,146.7	1,764.8	2,490.0	8,932.5	13,023.6	18,583.7
	<b>EBITDA Growth</b>	3,067.5	4,173.3	5,978.71	1,087.5	1,690.8	2,358.2	8,762.3	12,781.5	18,360.1
<b>2012</b>	<b>Stratified Bootstrap</b>	1,993.7	6,746.2	12,810.34	395.5	937.9	1,614.4	7,733.1	11,275.5	16,807.9
	<b>Sales Growth</b>	9,451.2	14,890.8	21,754.14	1,589.5	2,514.7	3,947.1	8,618.5	12,315.4	18,959.0
	<b>EBITDA Growth</b>	7,727.2	12,462.8	18,522.52	1,489.5	2,322.3	3,604.3	8,269.2	12,152.7	17,822.6
<b>2013</b>	<b>Stratified Bootstrap</b>	3,480.7	7,619.6	13,802.09	1,161.2	2,071.1	3,210.4	6,031.9	9,409.5	14,566.9
	<b>Sales Growth</b>	9,184.5	12,687.3	21,152.41	2,861.6	4,482.5	6,748.2	8,003.6	12,327.7	19,287.1
	<b>EBITDA Growth</b>	6,519.2	9,669.3	16,859.82	2,260.8	3,709.2	5,610.8	6,435.2	10,342.6	17,213.8

\*Terminal value in thousands of Euros

Source: Own elaboration.

#### 5.4. Determination of the discount rate.

FCFs are discounted by using the Weighted Average Cost of Capital (WACC), Equation (3). This implies determining both the cost of equity and the cost of debt for every company. That is to say, the cost of capital is firm-specific and constant for each valuation simulation.

The cost of equity is typically calculated via the CAPM in both listed companies (Breuer et al., 2014) and unlisted companies (Rojo & García, 2006), Equation (11).

$$K_e = R_f + \beta_l * RP_m \quad (11)$$

with  $R_f$ : Risk-free rate,  $\beta_l$ : Levered Beta,  $RP_m$ : Market Risk Premium.

The risk-free rate has been estimated by using the 10-year Spanish Bond (Banco de España, 2016), while the market risk premium has been obtained as the geometric mean of the excess of return of the IGBM (Índice General de la Bolsa de Madrid) over the risk-free rate. The unlevered beta of the listed food sector is obtained as the arithmetic mean of the individual betas of the listed companies. Woolley (2009) explains that there can be several ways to compute the beta after unlevering: by means of the arithmetic average, the weighted average based on market values or by computing a sector index and assessing its beta. However, he concludes that the arithmetic average is the simplest and it is the approach he would use “in real life”. The individual unlevered betas of the stock exchange are obtained from the Damodaran website. Then the individual betas for each SME are computed by levering the unlevered beta of the listed companies by means of the Hamada formula, Equation (12) (Hamada, 1972).

$$\beta_u = \frac{\beta_l}{\left[1 + (1-t) \frac{D}{E}\right]} \quad (12)$$

where,  $\beta_u$ : Unlevered Beta.

Petersen et al. (2006) also report the use of this formula in the valuation of privately held firms. For the valuation of each company, the levered beta is computed by using the capital structure. The weights of the capital structure in the WACC equation are based on the accounting book information of each company. This choice can be controversial. Woolley (2009) states that there are many studies that use the book value of debt and equity. For McLaney et al. (2004), book value weights may be more objective yet less sensitive to economic reality than market values. However, Damodaran (2006) is not convinced by the arguments of those analysts who continue to use book value weights. Since market prices on equity and debt cannot be observed for equity privately held firms, there is no available capital structure of the market, in which case the book structure becomes a good option to lever the unlevered betas.

According to Brealey et al. (2016), in the absence of taxes, the company cost of capital stays the same regardless of the amount of leverage; however, when considering corporate tax, the WACC declines slightly as debt increases. As the cost of equity is calculated using the CAPM, by unlevering and levering the beta coefficient, the method of fixing the weights is not critical.

The agrifood industry cost of debt has been obtained by bootstrapping the financial costs and interest-bearing liabilities of the base year.

Petersen et al. (2006) report that the valuation of privately held firms often involves investors who are not well-diversified. With our approach, a well-diversified investor is assumed; nevertheless, additional corrections to the fundamental multiples could be introduced later on.

Therefore, the general valuation expression made up by (1) and (4) becomes (13) for company “j”:

$$EV_j = \sum_{i=1}^{i=5} \frac{FCF_{ji}}{(1 + WACC_j)^i} + \frac{\left[ \frac{FCF_{j5} \cdot (1 + g_j)}{(WACC_j - g_j)} \right]}{(1 + WACC_j)^5} \quad (13)$$

The main distributional characteristics of the average cost of equity, cost of debt and cost of capital are included in Table 7 for each sample and base year.

**Table 7. Characteristics of the average cost of equity, cost of debt and cost of capital.**

Sample	Variable	Base Year	Mean	Std.error	P05	P25	Median	P75	P95
Whole Sample	kd	2010	0.070	0.002	0.066	0.068	0.070	0.071	0.073
		2011	0.073	0.003	0.068	0.070	0.072	0.075	0.078
		2012	0.073	0.004	0.067	0.070	0.073	0.076	0.080
		2013	0.071	0.004	0.065	0.068	0.071	0.074	0.078
	ke	2010	0.080	0.002	0.077	0.078	0.080	0.082	0.084
		2011	0.092	0.002	0.088	0.090	0.092	0.093	0.095
		2012	0.091	0.002	0.087	0.089	0.091	0.092	0.095
		2013	0.093	0.003	0.088	0.091	0.093	0.096	0.099
	WACC	2010	0.070	0.002	0.068	0.069	0.070	0.071	0.073
		2011	0.078	0.002	0.075	0.077	0.078	0.079	0.080
		2012	0.078	0.002	0.075	0.076	0.078	0.079	0.081
		2013	0.079	0.002	0.075	0.078	0.079	0.081	0.083
Sample	Variable	Base Year	Mean	Std.error	P05	P25	Median	P75	P95
SMEs Sample	kd	2010	0.064	0.001	0.061	0.063	0.064	0.065	0.066
		2011	0.062	0.001	0.060	0.061	0.062	0.063	0.064
		2012	0.060	0.002	0.058	0.059	0.060	0.062	0.064
		2013	0.058	0.002	0.056	0.057	0.058	0.060	0.062
	ke	2010	0.079	0.002	0.075	0.077	0.079	0.080	0.082
		2011	0.090	0.002	0.087	0.089	0.090	0.092	0.094
		2012	0.089	0.002	0.086	0.088	0.089	0.091	0.093
		2013	0.091	0.003	0.086	0.089	0.091	0.094	0.097
	WACC	2010	0.067	0.001	0.065	0.066	0.067	0.068	0.069
		2011	0.074	0.001	0.072	0.073	0.074	0.075	0.076
		2012	0.074	0.002	0.071	0.073	0.074	0.075	0.076
		2013	0.075	0.002	0.072	0.074	0.075	0.077	0.079
Sample	Variable	Base Year	Mean	Std.error	P05	P25	Median	P75	P95
Success Sample	kd	2010	0.097	0.007	0.086	0.092	0.097	0.101	0.108
		2011	0.083	0.005	0.076	0.080	0.083	0.086	0.092
		2012	0.081	0.005	0.073	0.078	0.081	0.084	0.089
		2013	0.058	0.002	0.055	0.057	0.058	0.060	0.062
	ke	2010	0.072	0.002	0.069	0.071	0.072	0.073	0.075
		2011	0.084	0.002	0.081	0.082	0.084	0.085	0.087
		2012	0.083	0.002	0.080	0.082	0.083	0.085	0.087
		2013	0.088	0.003	0.083	0.086	0.088	0.091	0.093
	WACC	2010	0.071	0.002	0.069	0.070	0.071	0.072	0.074
		2011	0.079	0.002	0.077	0.078	0.079	0.081	0.082
		2012	0.079	0.002	0.077	0.078	0.079	0.080	0.082
		2013	0.075	0.002	0.072	0.074	0.075	0.077	0.079

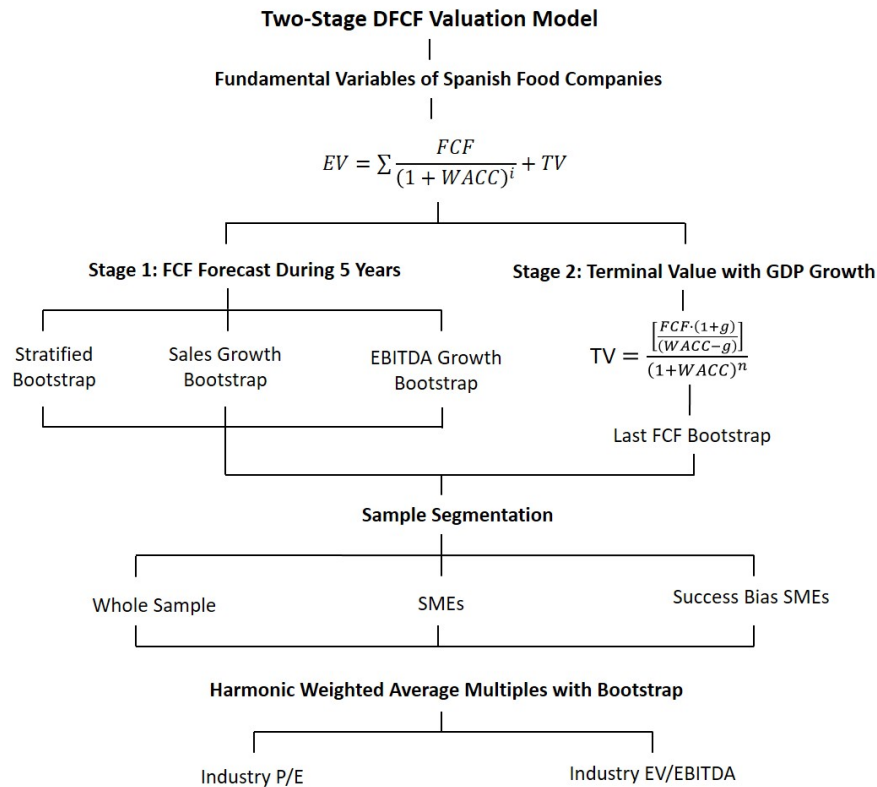
Source: Own elaboration.

## 5.5. Determination of the fundamental multiples.

Once the 10,000 paths of the average company and the corresponding EVs are obtained, it is straightforward to work out the empirical distribution of the EV/EBITDA multiple for each base year

and approach by dividing by the EBITDA. It is also a straightforward procedure to work out 10,000 possible stock prices and their corresponding P/E. By adjusting with net debt and cash, the price of the stock will be available for each base year. After that, and by dividing it by the earnings, the empirical distribution of the P/E ratio for each base year and approach will be obtained. Figure 1 shows the outlay of the model application.

**Figure 1. Outlay of the valuation model.**



Source: Own elaboration.

## 6. Main results.

The model has been applied to three samples, with three different FCF growth approaches and for two valuation multiples, hence, the results can be interpreted following those three dimensions. The use of four different time windows allows the robustness of the solutions to be tested.

The main distributional characteristics of the average multiple (P/E and EV/EBITDA) are shown in Tables 8 and 9 for each sample, growth model and base year. As regards variability, the fundamental mean P/E exhibits greater variability than the fundamental mean EV/EBITDA, as happens in the stock sample.

As for the growth approach, the stratified bootstrap has the lowest multiples since it is bootstrapped on the previous FCF and no growth rate is used. There are no clear differences between the estimated multiples for the other two growth approaches (sales and EBITDA). As regards the sample, the success sample exhibits higher multiples than the other two, as it is limited to those companies with positive FCF in all the historic years (the 4 years prior to the base year). In fact, the success sample is around 10 times smaller than the others as only companies with positive FCF in the

4 years prior to the base year are considered. The whole sample multiples are usually greater than the SMEs sample, since bigger companies with better results are included in the whole sample.

**Table 8. Main distributional characteristics of the average P/E multiple.**

Multiple	Approach	Base Year	Mean	Std.error	P05	P25	Median	P75	P95
Whole Sample	Stratified Bootstrap	2010	9.02	1.88	5.98	7.63	8.91	10.16	12.16
		2011	6.02	1.63	3.59	4.98	5.96	7.18	8.99
		2012	7.55	2.44	3.92	5.83	7.34	9.09	12.02
		2013	9.41	2.31	6.04	7.60	9.01	10.83	13.22
	Sales Growth Bootstrap	2010	20.38	2.86	15.68	18.09	20.07	22.13	24.97
		2011	2.77	0.71	1.58	2.19	2.66	3.14	3.94
		2012	21.13	2.58	17.36	19.21	20.84	22.70	25.70
		2013	17.38	2.14	14.22	15.71	17.04	18.60	21.05
	EBITDA Growth Bootstrap	2010	20.83	2.94	16.00	18.42	20.47	22.58	25.50
		2011	2.01	0.64	1.01	1.54	1.97	2.43	3.14
		2012	17.4	2.23	14.18	15.65	17.14	18.90	21.37
		2013	12.69	1.80	10.09	11.39	12.50	13.82	15.81
Multiple	Approach	Base Year	Mean	Std.error	P05	P25	Median	P75	P95
SMEs Sample	Stratified Bootstrap	2010	0.98	0.77	0.05	0.34	0.77	1.47	2.45
		2011	0.53	0.51	0.03	0.14	0.38	0.77	1.49
		2012	0.64	0.52	0.07	0.26	0.53	0.93	1.52
		2013	5.75	1.18	4.08	4.88	5.67	6.51	7.71
	Sales Growth Bootstrap	2010	13.02	2.35	9.43	11.45	13.02	14.67	17.20
		2011	3.16	0.91	1.82	2.56	3.21	3.84	4.74
		2012	7.55	1.31	5.54	6.56	7.47	8.37	9.83
		2013	17.1	2.29	13.73	15.53	17.05	18.56	21.05
	EBITDA Growth Bootstrap	2010	14.23	2.53	10.39	12.59	14.21	16.00	18.66
		2011	2.83	0.87	1.55	2.25	2.87	3.49	4.40
		2012	6.7	1.21	4.84	5.79	6.62	7.42	8.78
		2013	13.7	1.92	10.81	12.36	13.62	14.96	16.99
Multiple	Approach	Base Year	Mean	Std.error	P05	P25	Median	P75	P95
Success Sample	Stratified Bootstrap	2010	21.66	2.56	18.03	19.88	21.62	23.50	26.22
		2011	19.35	1.93	16.28	17.80	18.92	20.40	22.61
		2012	18.81	1.83	16.03	17.56	18.64	19.92	22.21
		2013	23.48	2.50	19.62	21.50	23.12	24.88	27.67
	Sales Growth Bootstrap	2010	28.75	3.30	24.02	26.47	28.55	31.01	34.89
		2011	20.90	2.05	17.70	19.25	20.53	22.06	24.27
		2012	20.25	1.93	17.40	18.82	20.08	21.45	23.64
		2013	30.33	3.29	25.32	27.82	29.80	32.28	36.01
	EBITDA Growth Bootstrap	2010	31.95	3.80	26.38	29.50	31.92	34.62	39.15
		2011	20.55	2.06	17.21	18.96	20.20	21.72	24.10
		2012	20.03	2.00	17.12	18.60	19.89	21.31	23.59
		2013	25.69	2.84	21.43	23.68	25.36	27.26	30.58

Source: Own elaboration.

As to the base years, 2011 has smaller multiples than the rest.

**Table 9. Main distributional characteristics of the average EV/EBITDA multiple.**

Multiple	Approach	Base Year	Mean	Std.error	P05	P25	Median	P75	P95
Whole Sample	Stratified Bootstrap	2010	6.46	0.94	4.94	5.77	6.41	7.04	8.03
		2011	4.94	0.77	3.79	4.44	4.91	5.49	6.34
		2012	5.15	1.07	3.54	4.39	5.05	5.82	7.11
		2013	6.09	1.07	4.54	5.26	5.91	6.75	7.86
	Sales Growth Bootstrap	2010	12.15	1.43	9.80	11.00	11.99	13.02	14.44
		2011	3.36	0.34	2.83	3.12	3.35	3.57	3.95
		2012	11.12	1.14	9.46	10.28	11.00	11.82	13.14
		2013	9.78	0.99	8.32	9.01	9.62	10.34	11.48
	EBITDA Growth	2010	12.37	1.47	9.96	11.17	12.19	13.24	14.71
		2011	3.04	0.30	2.57	2.82	3.02	3.24	3.57

	<b>Bootstrap</b>	2012	9.48	0.98	8.06	8.71	9.37	10.14	11.23
		2013	7.61	0.83	6.41	7.01	7.53	8.13	9.06
<b>Multiple</b>	<b>Approach</b>	<b>Base Year</b>	<b>Mean</b>	<b>Std.error</b>	<b>P05</b>	<b>P25</b>	<b>Median</b>	<b>P75</b>	<b>P95</b>
<b>SMEs Sample</b>	<b>Stratified</b>	2010	1.76	0.50	1.02	1.40	1.72	2.07	2.62
		2011	1.65	0.35	1.09	1.42	1.64	1.87	2.25
	<b>Bootstrap</b>	2012	1.82	0.34	1.28	1.60	1.82	2.05	2.43
		2013	4.01	0.47	3.25	3.65	3.99	4.27	4.80
	<b>Sales Growth</b>	2010	7.24	0.95	5.75	6.58	7.21	7.89	8.91
		2011	3.25	0.35	2.72	3.00	3.25	3.49	3.84
		2012	4.87	0.52	4.08	4.48	4.84	5.19	5.77
		2013	8.43	0.89	7.09	7.79	8.38	8.97	9.93
	<b>EBITDA</b>	2010	7.73	1.03	6.14	7.04	7.70	8.43	9.51
		2011	3.12	0.33	2.62	2.89	3.12	3.36	3.71
		2012	4.53	0.48	3.80	4.18	4.50	4.82	5.35
		2013	7.1	0.75	5.95	6.55	7.04	7.56	8.35
<b>Multiple</b>	<b>Approach</b>	<b>Base Year</b>	<b>Mean</b>	<b>Std.error</b>	<b>P05</b>	<b>P25</b>	<b>Median</b>	<b>P75</b>	<b>P95</b>
<b>Success Sample</b>	<b>Stratified</b>	2010	12.22	1.47	10.15	11.22	12.21	13.29	14.85
		2011	11.13	1.10	9.34	10.20	10.84	11.68	12.95
	<b>Bootstrap</b>	2012	10.88	1.06	9.33	10.22	10.85	11.59	12.91
		2013	12.11	1.24	10.20	11.13	11.93	12.81	14.19
	<b>Sales Growth</b>	2010	16.27	1.89	13.59	15.00	16.19	17.60	19.83
		2011	12.01	1.17	10.15	11.03	11.76	12.63	13.89
		2012	11.73	1.12	10.13	10.95	11.68	12.47	13.74
		2013	15.51	1.63	13.02	14.26	15.24	16.47	18.31
	<b>EBITDA</b>	2010	18.18	2.18	14.95	16.74	18.13	19.67	22.28
		2011	11.81	1.17	9.87	10.86	11.57	12.44	13.80
		2012	11.60	1.16	9.96	10.82	11.57	12.39	13.72
		2013	13.23	1.41	11.10	12.21	13.04	13.98	15.63

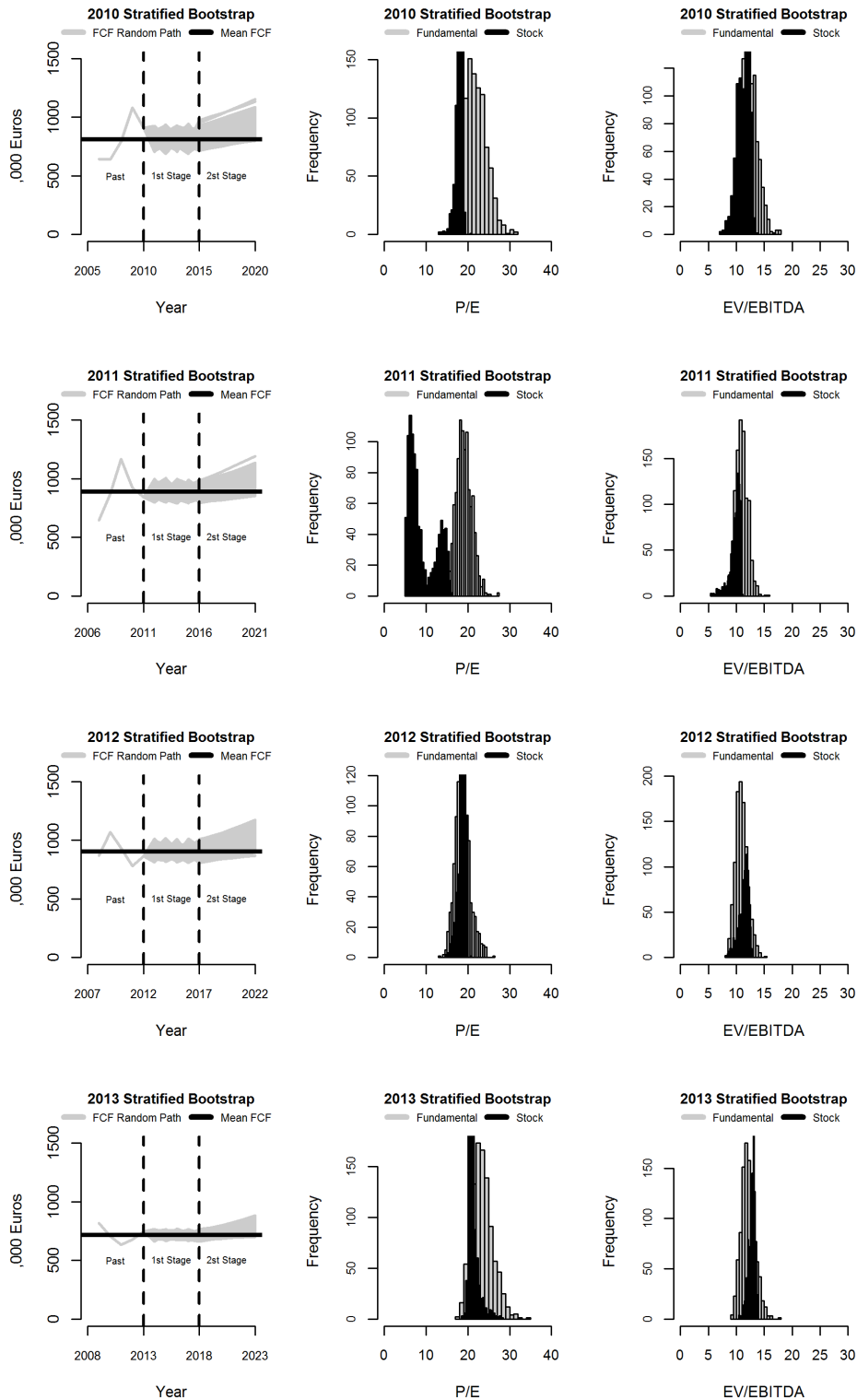
Source: Own elaboration.

Figures 2, 3 and 4 are made up of panels. Each figure corresponds to one of the FCF growth approaches applied to the success sample. The left-hand panels show the paths of the cash flows considering the whole of the first stage (5 years) and the first 5 years of the second stage for the sample of successful companies for each base year. In the left-hand panels of Figure 2, it can be noticed that the cash flow path is much flatter than in Figures 3 and 4 since the stratified bootstrap approach relies on bootstrapping the historic FCF without including any growth rate. In Figures 3 and 4, the forecast FCF is modelled using a bootstrapped growth rate over the last observed average FCF, which is why both show an expanding cone. The expanding cone is wider in some years, pointing to the greater variability of the observed growth rates in the historic years. Furthermore, the expanding cone of the EBITDA growth approach is wider, meaning that the EBITDA growth rates were more variable than the sales growth rates in the historic period.

The central panels show the empirical distribution of the average P/E multiple for both listed and unlisted companies for every base year and forecasting approach, while the right-hand panels show the same for the EV/EBITDA multiple. The greater the overlap between the empirical distributions, the greater the likelihood that the null hypothesis is false. The overlap is clearly noticeable for the EV/EBITDA in the stratified bootstrap approach.

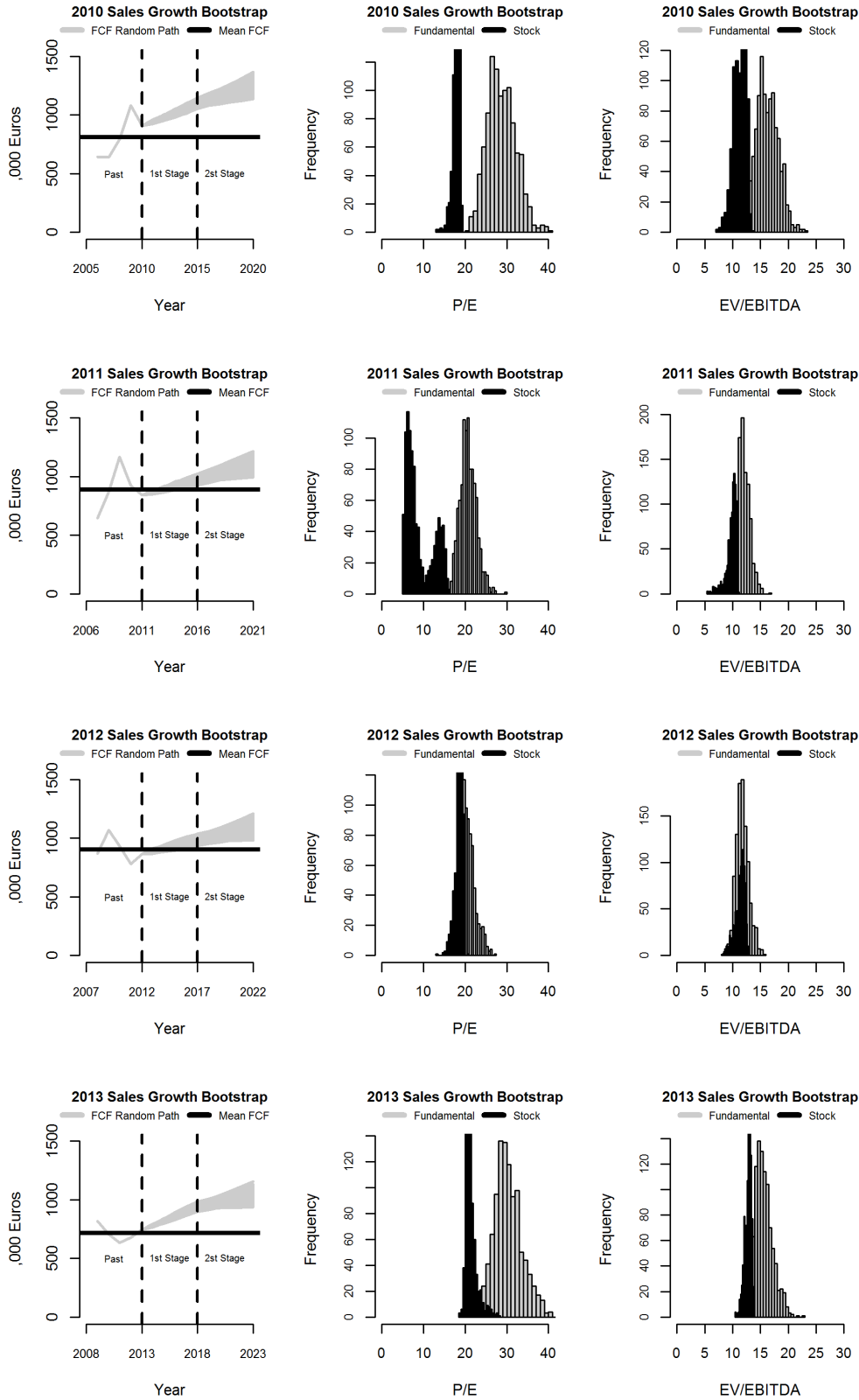


**Figure 2. Random paths of FCF, empirical distributions of average P/E and average EV/EBITDA. Sample: SMEs with positive FCF. Base years: 2010-2013. FCF growth approach: Stratified bootstrap.**



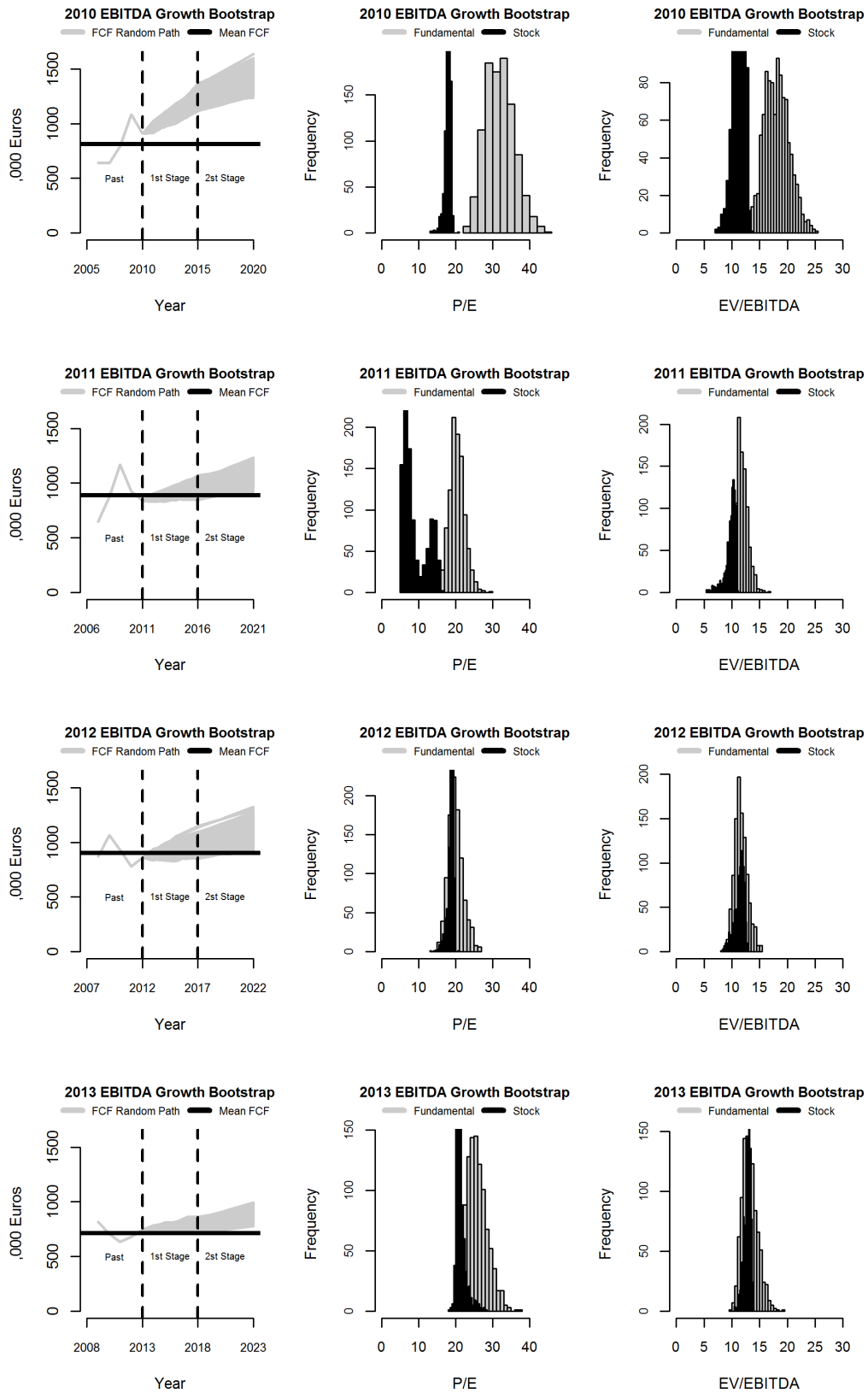
Source: Own elaboration.

**Figure 3. Random paths of FCF, empirical distributions of average P/E and average EV/EBITDA. Sample: SMEs with positive FCF. Base year: 2010-2013. FCF growth approach: Sales growth bootstrap.**



Source: Own elaboration.

**Figure 4. Random paths of FCF, empirical distributions of average P/E and average EV/EBITDA. Sample: SMEs with positive FCF. Base year: 2010-2013. FCF growth approach: EBITDA growth bootstrap.**



Source: Own elaboration.

The null hypothesis is checked for every sample, growth approach and base year, building the empirical distribution of the difference according to Equation (10) for both multiples.

For the P/E multiple, the null hypothesis cannot be rejected in most cases, as is shown in Table 10. That is, there is significant difference between the stock multiple and the fundamental multiple. As to the samples, both the whole and the SME samples usually show a mean P/E lower than that observed in the stock market, whereas the P/E multiple in the success sample is usually greater than that in the stock market. This can also be seen in the central column of Figures 2, 3 and 4 for the success sample. In the years 2012 and 2013, there are no significant differences between the P/E for the success samples exhibit any and that of the stock market regardless of the growth approach.

**Table 10. Two-stage model results of P/E.**

Samples	Base year	Market Exchange	FCF Growth Approaches		
			Stratified Bootstrap	Sales Growth	EBITDA Growth
Whole	2010	17.86	9.02 ***	20.38	20.83
	2011	9.28	6.02	2.77 ***	2.01 ***
	2012	18.75	7.55 ***	21.13	17.4
	2013	21.38	9.41 ***	17.38	12.69 ***
SMEs	2010	17.86	0.98 ***	13.02 *	14.23
	2011	9.28	0.53 ***	3.16 ***	2.83 ***
	2012	18.75	0.64 ***	7.55 ***	6.7 ***
	2013	21.38	5.75 ***	17.1	13.7 ***
Success	2010	17.86	21.66	28.75 ***	31.95 ***
	2011	9.28	19.35 ***	20.9 ***	20.55 ***
	2012	18.75	18.81	20.25	20.03
	2013	21.38	23.48	30.33 **	25.69

Statistical difference between stock P/E mean ratio and fundamental P/E mean ratio at \*\*\*1%, \*\*5%, \*10% significance level.

Source: Own elaboration.

As regards the EV/EBITDA, Table 11 shows the average multiple, considering FCF growth approaches, samples and base years. In most cases, there is a significant difference between the average EV/EBITDA of the whole and SME samples. However, in the success sample, the fundamental multiple for the stratified bootstrap growth approach does not exhibit any statistical difference in any base year (right-hand panels of Figure 2).

As far as the valuation multiple is concerned, none of the multiples perform substantially better either in the whole sample or in the SME sample. However, the EV/EBITDA multiple is clearly superior to the P/E multiple for the sample of successful SMEs. Martínez and Ortiz (2004) think that analysts try to reduce the impact of accounting diversity using less biased ratios, such as EV/EBITDA. Schreiner and Spremann (2007) find the opposite result when examining the accuracy of different types of multiples in European equity markets.

**Table 11. Two-stage model results of EV/EBITDA.**

Samples	Base year	Market Exchange	FCF Growth Approaches		
			Stratified Bootstrap	Sales Growth	EBITDA Growth
Whole	2010	11.36	6.46 ***	12.15	12.37
	2011	9.71	4.94 ***	3.36 ***	3.04 ***
	2012	11.35	5.15 ***	11.12	9.48
	2013	12.79	6.09 ***	9.78 **	7.61 ***
SMEs	2010	11.36	1.76 ***	7.24 **	7.73 **
	2011	9.71	1.65 ***	3.25 ***	3.12 ***
	2012	11.35	1.82 ***	4.87 ***	4.53 ***
	2013	12.79	4.01 ***	8.43 ***	7.1 ***
Success	2010	11.36	12.22	16.27 ***	18.12 ***
	2011	9.71	11.13	12.01 *	11.81
	2012	11.35	10.88	11.73	11.60
	2013	12.79	12.11	15.51 *	13.23

*Statistical difference between stock EV/EBITDA mean ratio and fundamental EV/EBITDA mean ratio at \*\*\*1%, \*\*5%, \*10% significance level*

Source: Own elaboration.

## 7. Conclusions.

The paper tries to shed light on the use of stock exchange valuation multiples as a tool in the valuation of SMEs. We have contrasted whether listed agrifood valuation multiples, as a reflection of fundamental firm values, are related to the valuation multiples of small and medium-sized agrifood companies obtained by means of fundamental models.

The study clearly shows that the stock market P/E multiple should not be used in the valuation process of unlisted agrifood companies regardless of the study sample, year and even the growth approach. While the P/E is a very popular multiple, the study nevertheless proves it to be ineffective for agrifood SMEs.

The stock market EV/EBITDA multiple may be used in the valuation process of those unlisted small and medium-sized agrifood companies that are consistently obtaining positive cash flows. This conclusion can provide useful insights into merger and acquisition processes.

Our results also confirm the importance of the year at industry level, as the average industry multiple shows clear changes from year to year. The study might point as well to the importance of size, as both Lie and Lie (2002) and Plenborg and Pimentel (2016) state.

As regards methodology, the use of the harmonic weighted average together with the bootstrap allows industry average multiples and their variability to be estimated by means of an empirical distribution. This combination is a promising way of obtaining average multiples and confidence intervals. Moreover, applying the bootstrap to the DCF valuation model under several growth hypotheses allows probable paths for future cash flow to be obtained.

Further research should be devoted to other industries that are mainly made up of SMEs in order to check whether these conclusions could be extended. Research into the valuation of SMEs has received little attention compared to the interest shown in the valuation of public companies. The listed companies are a source of ongoing information on industries, the economy and the behavior of investors and more advantage could be taken to apply it to SMEs.

## References

- Ahmed, A.S., & Safdar, I. (2016). Evidence on the presence of representativeness bias in investor interpretation of consistency in sales growth. *Management Science*, 63(1) 97-113.
- Agrrawal, P., Borgman, R., Clark, J.M., & Strong, R. (2010). Using the Price-to-Earnings harmonic mean to improve firm valuation estimates. *Journal of Financial Education*, 36, 98-110.
- Bancel, F., & Mittoo, U.R. (2014). The gap between the theory and practice of corporate valuation: Survey of European experts. *Journal of Applied Corporate Finance*, 26(4), 106-117.
- Brealey, R.A., Myers, S.C., Allen, F., & Mohanty, P. (2016). *Principles of corporate finance*. McGraw-Hill Education.
- Breuer, W., Fuchs, D., & Mark, K. (2014). Estimating cost of capital in firm valuations with arithmetic or geometric mean, or better use the Cooper estimator? *The European Journal of Finance*, 20(6), 568-594.
- Cascino, S., Clatworthy, M., Garcia, O.B., Gassen, J., Imam, S., & Jeanjean, T. (2014). Who uses financial reports and for what purpose? Evidence from capital providers. *Accounting in Europe*, 11(2), 189-205.
- Cheng, C.A., & Mcnamara, R. (2000). The valuation accuracy of the Price-Earnings and Price-Book benchmark valuation methods. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 15(4), 349-370.
- Chernick, M. R. & Labudde, R.A. (2014). *An introduction to bootstrap methods with applications to R*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Damodaran, A. (2006). *Damodaran on Valuation*. New York: Wiley Finance.
- Davidson, A.C., & Hinkley, D.V. (1997). *Bootstrap methods and their applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Declerck, F. (2016). Mergers & acquisitions in the food business: How did the 2002 and 2008/2009 economic crises impact corporate valuation? *International Journal on Food System Dynamics*, 7(3), 183-195.
- Eberhart, A.C. (2004). Equity valuation using multiples. *The Journal of Investing*, 13(2), 48-54.
- Efron, B. (1979). Bootstrap methods: Another look at jackknife. *Annual Statistics*, 7(2), 1-26.
- Hamada, R.S. (1972). The effect of the firm's capital structure on the systematic risk of common stocks. *The Journal of Finance*, 27(2), 435-452.
- Hesterberg, T., Moore, D.S., Monaghan, S., Clipson, A., & Epstein, R. (2005). Bootstrap methods and permutation tests. *Introduction to the Practice of Statistics*, 5, 1-70.
- Imam, S., Barker, R., & Clubb, C. (2008). The use of valuation models by UK investment analysts. *European Accounting Review*, 17(3), 503-535.
- Kang, J. (2016). *New insights into equity valuation using multiples*. (Doctoral dissertation). Université de Neuchâtel, Neuchâtel.
- Kaplan, S.N., & Ruback, R.S. (1995). The valuation of cash flow forecasts: An empirical analysis. *The Journal of Finance*, 50(4), 1059-1093.

- Koeplin, J., Sarin, A., & Shapiro, A.C. (2000). The private company discount. *Journal of Applied Corporate Finance*, 12(4), 94-101.
- Koller, T., Goedhart, M., & Wessels, D. (2015). *Valuation: measuring and managing the value of companies*. New York: John Wiley and sons.
- Lie, E., & Lie, H.J. (2002). Multiples used to estimate corporate value. *Financial Analysts Journal*, 58(2), 44-54.
- Liu, J., Nissim, D., & Thomas, J. (2002). Equity valuation using multiples. *Journal of Accounting Research*, 40(1), 135-172.
- Martínez, I., & Ortiz, E. (2004). International financial analysis and the handicap of accounting diversity. *European Business Review*, 16(3), 272-291.
- Mccann, P., & Ortega-Argilés, R. (2016). Smart specialization, entrepreneurship and SMEs: issues and challenges for a results-oriented EU regional policy. *Small Business Economics*, 46(4), 537-552.
- McLaney, E., Pointon, J., Thomas, M., & Tucker, J. (2004). Practitioners' perspectives on the UK cost of capital. *The European Journal of Finance*, 10(2), 123-138.
- Morningstar (2005). *Average Price Ratios*. Morningstar methodology paper. August 31. Descargado de <https://studylib.net/doc/7944379/average-price-ratios>
- Muller, C., & Ward, M. (2016). *The implied growth rate in the valuation of JSE listed companies*. Descargado de <https://ssrn.com/abstract=2739677>
- Muller, P., Caliendo, C., Peycheva, V., Gagliardi, D., Marzocchi, C., Ramlogan, R., & Cox, D. (2014). *Annual Report on European SMEs*. European Commission. Descargado de [http://www.imm.gov.ro/adaugare\\_fisiere\\_imm/2020/02/2015-SME-Annual-Report\\_final\\_121115.pdf](http://www.imm.gov.ro/adaugare_fisiere_imm/2020/02/2015-SME-Annual-Report_final_121115.pdf)
- Officer, M.S. (2007). The price of corporate liquidity: acquisition discounts for unlisted targets. *Journal of Financial Economics*, 83(3), 571-598.
- Overgaard-Knudsen, J., & Kold, S.V. (2015). *On the accuracy of comparable firm selection methods for multiple valuation*. (Thesis). Copenhagen Business School.
- Penman, S.H. (2001). On comparing cash flow and accrual accounting models for use in equity valuation: A response to Lundholm and O'Keefe. *Contemporary Accounting Research*, 18(4), 681-692.
- Penman, S. (2007). *Financial statement analysis and security valuation*. New York: McGraw-Hill.
- Petersen, C., Plenborg, T., & Scholer, F. (2006): Issues in valuation of privately held firms. *The Journal of Private Equity*, 10(1), 33-48.
- Pinto, J.E., Robinson, T.R., & Stowe, J.D. (2015). *Equity valuation: a survey of professional practice*. Descargado de <https://ssrn.com/abstract=2657717>
- Plenborg, T., & Pimentel, R.C. (2016). Best practices in applying multiples for valuation purposes. *The Journal of Private Equity*, 19(3), 55-64.

- Ribal, J., Blasco, A., & Segura, B. (2010). Estimation of valuation multiples of Spanish unlisted food companies. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(3), 547-558.
- Rojo, A., & García, D. (2006). La valoración de empresas en España: un estudio empírico. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 35(132), 913-934.
- Schreiner, A., & Spremann, K. (2007). *Multiples and their valuation accuracy in European equity markets*. Descargado de <https://ssrn.com/abstract=957352>
- Vakili, K., & Schmitt, E. (2014). Finding multivariate outliers with FastPCS. *Computational Statistics & Data Analysis*, 69, 54-66.
- Van der Krogt, D., Nilsson, J., & Host, V. (2007). The impact of cooperatives' risk aversion and equity capital constraints on their inter-firm consolidation and collaboration strategies - with an empirical study of the European dairy industry. *Agribusiness: An International Journal*, 23(4), 453-472.
- Vydrzel, K., & Soukupová, V. (2012). Empirical examination of valuation methods used in private equity practice in the Czech Republic. *The Journal of Private Equity*, 16(1), 83-99.
- Weitzel, U., & McCarthy, K. J. (2011). Theory and evidence on mergers and acquisitions by small and medium enterprises. *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 14(2-3), 248-275.
- Woolley, S. (2009). *Sources of value: A practical guide to the art and science of valuation*. Cambridge: Cambridge University Press.

#### APPENDIX. Abbreviations.

<b>BI</b>	<i>Levered Beta</i>
<b>Bu</b>	<i>Unlevered Beta</i>
<b>CAPEX</b>	<i>Capital Expenditures</i>
<b>CAPM</b>	<i>Capital Asset Price Model</i>
<b>CWC</b>	<i>Change in Working Capital</i>
<b>D</b>	<i>Debt</i>
<b>DA</b>	<i>Depreciations and Amortizations</i>
<b>DCF</b>	<i>Discounted Cash Flow</i>
<b>DFCF</b>	<i>Discounted Free Cash Flow Method</i>
<b>EBIT</b>	<i>Earnings Before Interest and Taxes</i>
<b>EBITDA</b>	<i>Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization</i>
<b>E<sub>i</sub></b>	<i>Earnings of Company</i>
<b>EQ</b>	<i>Equity Market Value</i>
<b>EV</b>	<i>Fundamental Enterprise Value</i>
<b>EV/EBITDA</b>	<i>Enterprise Value to EBITDA Multiple</i>
<b>FCF</b>	<i>Free Cash Flow to Firm</i>
<b>g</b>	<i>Growth Rate</i>
<b>GDP</b>	<i>Gross Domestic Product</i>
<b>IGBM</b>	<i>Índice General de la Bolsa de Madrid</i>
<b>kd</b>	<i>Cost of Debt</i>
<b>ke</b>	<i>Cost of Equity</i>
<b>n</b>	<i>Number of Years</i>
<b>NACE</b>	<i>Statistical Classification of Economic Activities</i>
<b>P/E</b>	<i>Price to Earnings Ratio</i>
<b>P<sub>i</sub></b>	<i>Market or Fundamental Price of Equity</i>
<b>Rf</b>	<i>Risk-free Rate</i>



<b><i>RPm</i></b>	<i>Market Risk Premium</i>
<b><i>SABI</i></b>	<i>Sistema de Análisis de Balances Ibéricos</i>
<b><i>SMEs</i></b>	<i>Small and Medium-sized Enterprises</i>
<b><i>t</i></b>	<i>Corporate Tax Rate</i>
<b><i>TV</i></b>	<i>Terminal Value</i>
<b><i>WACC</i></b>	<i>Weighted Average Cost of Capital</i>
<b><i>W<sub>i</sub></i></b>	<i>Weighted Price of Each Company</i>



## Experiencia exploratoria de validación de un instrumento sobre nivel de cultura financiera en la generación millennial

SANTOYO-LEDESMA, DIANA S.

Universidad Autónoma de Baja California Sur (México)

Correo electrónico: dsantoyo@uabcs.mx

LUNA-NEMECIO, JOSEMANUEL

Centro Universitario CIFE

Correo electrónico: josemanuelluna@cife.edu.mx

### RESUMEN

El presente estudio muestra una experiencia exploratoria de validación de un instrumento de medición del nivel de cultura financiera en la Generación Millennial. El instrumento se elaboró con base en 25 ítems de acuerdo con la Escala de Likert, dirigido a universitarios en el último año de carrera y recién egresados. Por medio de la validez de contenido por 16 jueces expertos y el análisis factorial se logró realizar un ejercicio exploratorio de validez de contenido, permitiendo establecer un análisis de cada uno de los ítems con base en el nivel de cultura financiera. El grado de confianza del instrumento obtenido mediante el Alpha de Cronbach, arrojó un estadístico de (0.681), por lo que se establece que cuenta con un nivel (0.592) de confianza, lo que significa que el contenido del instrumento puede ser empleado para la recogida de datos.

**Palabras clave:** estudio de validez, confianza, cultura financiera, instrumento de evaluación, generación millennial.

**Clasificación JEL:** A22; A23; G53.

**MSC2010:** 01-02.

# Exploratory experience of validation of an instrument on the level of financial literacy in the millennial generation

## ABSTRACT

The present study shows an exploratory experience of validation of an instrument for measuring the level of financial culture in the Millennial Generation. The instrument was developed based on 25 items in accordance with the Likert Scale, aimed at university students in the last year of the degree and recent graduates. Through the validity of content by 16 expert judges and the factor analysis, an exploratory exercise of content validity was achieved, allowing an analysis of each of the items to be established based on the level of financial culture. The degree of reliability of the instrument obtained through Cronbach's Alpha, showed a statistic of (0.681), so it is established that it has a level (0.592) of reliability, which means that the content of the instrument can be used for data collection.

**Keywords:** validity study, reliability, financial culture, evaluation instrument, millennial generation.

**JEL classification:** A22; A23; G53.

**MSC2010:** 01-02.



## 1. Introducción.

El interés por ilustrarse en aspectos económicos y financieros ha llevado a varios autores, instituciones y centros de investigación a fijar su mirada en conceptos de educación, inclusión, alfabetización y cultura financiera. De acuerdo a Atkinson & Messi (2012), el nivel de educación financiera de una persona es medible a partir de sus conocimientos en el contexto de las finanzas, en términos de la realización y aplicación de presupuestos, el control del dinero, la planificación por periodos, ya sea a corto o largo plazo, así como la elección de los productos financieros que le otorgan un mayor beneficio. Según la agencia especializada S&P Global Ratings (2018) registró a nivel mundial que, sólo un 35% de los hombres y 30% de las mujeres poseen conocimiento de educación financiera. Adicionalmente la Asociación Mexicana del Afore (AMAFORE, 2015) indican que la cantidad de mujeres que ahorran es menor comparado con el de los hombres, no obstante, en niveles socioeconómicos más altos no hay diferencias por género.

Roa (2016) en el marco de la Convención Nacional de Afores (2016), enfatizó cuatro puntos que afectan a la educación financiera: a) exceso de confianza: conduce a invertir en activos peligrosos; b) ilusión del conocimiento: poseer la ilusión de saber todo lo necesario, c) conformidad de grupo: tendencia generalizada para hacer lo que hace la mayoría y con base en ello, tomar decisiones con respecto a esa visión y d) disonancia cognitiva: acto de rechazar la información que genera conflicto, se busca información que sustenta lo que se piensa.

Ahora bien, la claridad de los términos tiene un peso importante, como lo indican Amezcua, Arroyo y Espinoza (2014), que mencionan una correspondencia entre la cultura financiera y la educación financiera, es decir que, “a menor nivel de educación financiera corresponde un menor grado de cultura financiera y por consiguiente una disminución en el bienestar social y desarrollo económico” (p. 21). Es por ello que, el foco de estudio son los *millennials* por ser una generación de amplios retos con respecto a sus predecesores *baby boomers*, es una generación con mayor incorporación al ámbito laboral y de acuerdo a su perfil sus motivaciones son más ambiciosas (Blancero, Mouriño, & Padilla, 2018). Sin embargo, también son los menos interesados en dirigir su ahorro, inversiones, gastos, entre otros. Esta generación es concebida por Howe y Strauss (2009), como la nueva generación de consumidores, considerando a los adultos jóvenes nacidos entre 1982 y 2001.

Así mismo, las personas nacidas desde 1980 son nombradas como nativos digitales, destinados a ser el foco de atención por su clara omisión de instruirse, baja claridad de cómo gastar y usar su recurso monetario, desapego profundo con el concepto del ahorro; no lo visualizan como una base de previsión y permanencia ante el futuro, según Auverlot (2011); adicionalmente este comportamiento obedece al esquema actitudinal que enfatiza Llantada (2013) que sostiene que sus actos revelan una baja dosis de tolerancia, demandan una atención de manera inmediata y desean obtener placer urgente para tener todo a su disposición; y como resultado de su educación permisiva están obteniendo una constante frustración en sus campos laborales.

Cabe resaltar que los *millennials* también son denominados o etiquetados como *multitasking* o *multitareas*, por su facilidad de involucrarse hábilmente con la tecnología, dentro de este ambiente se sienten en confort, aspecto que se denota con los universitarios quienes digitalmente son altamente activos, como menciona Solomon (2013). Según proyecciones de CONAPO (2018), este grupo etario, concebido entre 1980 y el año 2000, pertenece en 34.9% a la metrópoli en México. El panorama citado por CONAPO (2018) obliga a enfatizar los esfuerzos de investigación y análisis de las causas sobre la cultura financiera y educación financiera, comprender los orígenes que tienen los *millennial* para dar pie a la falta de conocimiento sobre aspectos económicos y financieros; dado que, según datos obtenidos por la CONDUSEF (2017), el 81% de los jóvenes de la *generación millennial* tiene algún tipo de deuda; se registran casos de endeudamiento que están en un proceso de liquidación o con profundo retraso por falta de recursos. El sobreendeudamiento se ha incrementado, obedeciendo a la propensión de los individuos a mejorar su nivel de vida, en búsqueda de compensar sus deseos, adquiriendo productos y servicios que no tienen posibilidades de solventar, éstos jóvenes adultos han logrado incubar una deuda a costa de su tranquilidad económica (Zakaria, Jaafar & Marican, 2012).

Así mismo, la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera (ENIF, 2015) establece que un 68% de los adultos de la *generación millennial* tienen al menos un producto financiero, incrementándose la contratación de servicios financieros para finales de 2015; pero con referencia al ahorro, el 56% no poseen ningún tipo de cuenta; el 50% dejó de trabajar y ya no utiliza la tarjeta por la falta de pago de nómina, la banca móvil corresponde al 9.5%; aunque el 75% maneja un celular tipo *Smartphone*, el 50% no posee una cuenta y por ende no maneja las apps bancarias, a pesar de ser una generación de nativos digitales. Se observó un profundo desconocimiento de las características de los productos y servicios financieros entre la población.

Otro rasgo indicado por Marshall (2015) revela que el principal reto de la educación financiera se vincula con el trabajo profundo de las conductas, habilidades y actitudes que benefician la mejor toma de decisiones financieras. Es importante añadir que el ENEF (2017) aborda el concepto de educación financiera a través de las acciones que se conciben en conjunto para que los individuos adquieran capacidades que soporten una adecuada gestión y planificación de sus finanzas, con la finalidad de guiarlos a un uso óptimo de los productos y servicios ofrecidos en el mercado en el campo financiero.

Ahora bien, esta investigación pretende adherirse a un perfil científico y para ello deben considerarse los instrumentos de medición, que deben ser fijados a contextos mínimos de validez y confiabilidad. Para los autores Black y Champion (1976) la validez se refiere al significado de la medida como cierta y precisa. Sin embargo, para Baechle y Earle (2007) la validez es el grado en que un ítem de la prueba mide lo pretende medir; es la característica más importante de una prueba. Hay tipologías como la planteada por Maxwell y Stake (2006) que exponen cinco tipos de validez que pueden ser vinculadas a algunas etapas de la investigación: 1) Validez descriptiva: vinculada a la fase inicial de la investigación, se describe lo que fue observado y experimentado. 2) Validez interpretativa: es la certidumbre si los actores pueden confirmar o reconocer los descubrimientos de la investigación en particular. 3) Validez teórica: concerniente con la inmediatez física y mental del fenómeno estudiado. 4) Generalidad: la validez parte por el nivel de la explicación aceptada para perfilarse como generalizable. 5) Validez evaluativa: es la aplicación de un contexto evaluativo, con bases equivalentes en investigación cuantitativa y cualitativa. Ruiz (1998) se refiere a la validez como al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir. Puntualiza que la validez es un concepto del que pueden obtenerse evidencias relacionadas con: el contenido, el criterio y el constructo. Con base en esto, este escrito se concibe como un elemento exploratorio, no pretende la validez total, sino que su propósito es concebir un proceso de carácter exploratorio, que incluya la validez de contenido y la validez de constructo. En cuanto a la confiabilidad, Hernández et al. (2003) señalan: “La confiabilidad de un instrumento se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto, produce iguales resultados” (p.243).

Para el caso de estudio, se evaluaron los términos de educación financiera y cultura financiera como conceptos medulares para la medición. Como elementos base, se aplicó una revisión sobre los comportamientos financieros, se indagaron estadísticas, investigaciones, corporaciones que estudian y evalúan a este mercado, además de las instituciones educativas. Una vez realizada esa etapa, se construyó una escala tipo Likert que estuvo compuesta por 25 ítems, se establecieron cinco áreas acerca de su comportamiento financiero como de su nivel de conocimiento, ahorro, inversión, presupuesto, manejo de crédito (tarjetas y préstamos) y vocabulario/términos financieros con cinco opciones de respuesta. Una vez concluido el diseño del instrumento fue transmitido a juicio de un panel de expertos para su evaluación, a fin de revisar los ítems según su pertinencia respecto del constructo de cultura financiera y educación financiera, solicitando observaciones puntuales para obtener congruencia del ítem o en caso necesario eliminar los ítems que no cubrieran el objetivo del estudio.

Una vez culminado el proceso con los expertos se realizaron sólo correcciones de algunos ítems sin necesidad de eliminar alguno de ellos, indicando la importancia de cada ítem para mantener la objetividad y coherencia del instrumento. La siguiente etapa correspondió a su aplicación en una prueba piloto considerando un grupo de 20 personas con perfiles universitarios, con un rango de edad de 18 a 30 años, se contemplaron universidades gubernamentales y personas próximas a egresar o de reciente

egreso; en definitiva, el instrumento en calidad de pretest y postest. Culminada esta fase, se procedió a elaborar la base de datos con la información obtenida con el propósito de determinar la confiabilidad y validez de constructo del instrumento, mediante los procedimientos estadísticos Coeficiente Alfa de Cronbach, Análisis Factorial, W de Kendall, respectivamente.

Considerando lo anterior, el presente estudio se enfocó en las siguientes metas: 1) medir el nivel de confiabilidad del instrumento pertinente y práctico para evaluar nivel de cultura financiera en la *generación millennial*, 2) evaluar la validación de contenido del instrumento otorgado por el grupo de expertos; 3) analizar la concordancia del instrumento mediante la aplicación método estadístico de Kappa de Cohen.

## **2. Metodología.**

La investigación se desarrolló con base a seis etapas, dando inicio en enero-junio de 2019. Se consideró una muestra de 206 individuos con carrera universitaria concluida o cursándola, en un rango de edad de 18 a 30 años pertenecientes a la *generación millennial*. Por cada una de las fases fue aplicada una revisión documental, se diseñó un estudio de tipo instrumental de validez de contenido, se empleó la revisión y análisis del Test de Alfabetización Económica para Adultos (TAE-A) (Gempp et al., 2007) utilizado como modelo para generar el diseño del instrumento, dada la naturaleza del tema.

La estructura del estudio se propone bajo una escala de cinco dimensiones. El orden seleccionado fue ahorro, presupuesto, manejo de crédito (tarjetas y préstamos), inversión y términos financieros. La escala consta de 25 ítems, 5 por cada dimensión, en formato de la escala de Likert de 5 puntos; éste fue examinado por un panel de 16 expertos, transitó por un grupo piloto, se analizó la validez bajo el esquema del Alfa de Cronbach como fue utilizado por Materano, Ruíz, Torres y Valera (2009) así como por la W de Kendall. Para finalizar, se aplica un estudio de concordancia utilizando el coeficiente de Kappa de Cohen. Los pasos se muestran en la Figura 1.

### **Etapas 1. Diseño de instrumento.**

Las dimensiones se desglosaron en cinco fases y por cada una de ella aplica 5 ítems, manteniendo un total de 25 ítems. Las cuestiones se basaron en razonamientos actuales con respecto a finanzas básicas, apegadas a un esquema cotidiano, esto refiere al uso de términos que se previeron que son de dominio en esta *generación millennial*. Las preguntas se diseñaron bajo criterios de uso frecuente en vida diaria, con la finalidad de obtener un panorama lo más certero posible sobre el dominio de los mismos. De acuerdo a la investigación documental son temas relevantes que los individuos han dejado sin atención. Se completa mediante el siguiente procedimiento un muestreo probabilístico, que permite realizar generalizaciones desde los resultados obtenidos a través la muestra hacia el resto de la población.

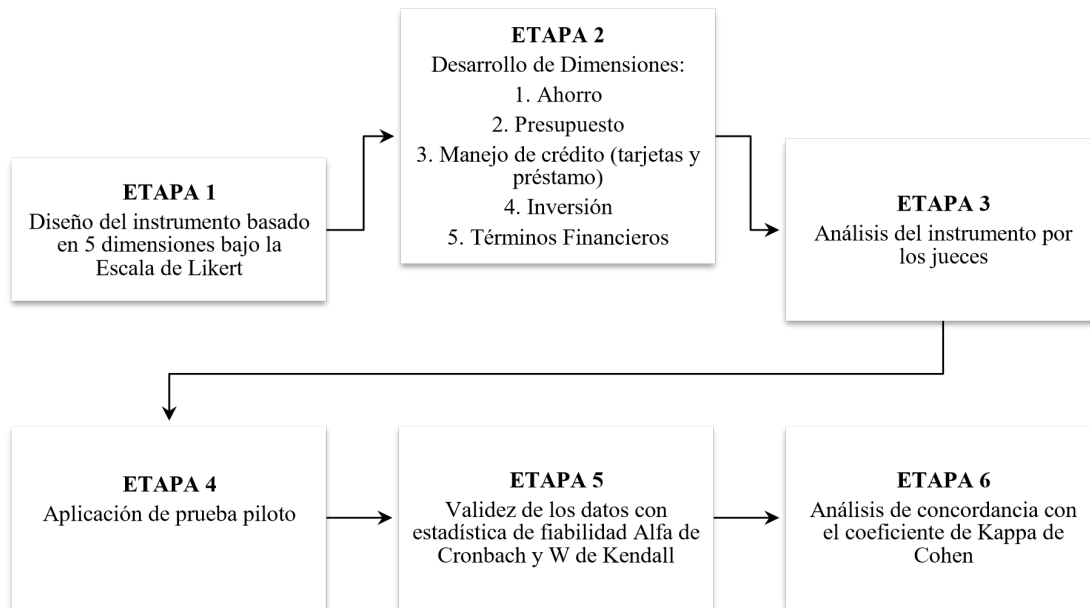
### **Etapas 2. Desarrollo de ítems basado en la escala de Likert.**

Se dispuso el uso de la escala por ser una herramienta de medición como elemento básico en un estudio científico sustentado por Gómez y Amaya (2013), que da pauta para evaluar las actitudes y niveles de conformidad del encuestado. Su uso promueve matizar la opinión de la persona y medir actitudes, como lo indican Méndez y Peña (2007).

### **Etapas 3. Análisis del instrumento por expertos.**

Esta etapa toma gran importancia de evaluación y validación como lo indican Galicia, Balderrama y Navarro (2017), donde enfatizan la pertinencia de los ítems. La selección de los expertos permite tener mayor certeza y claridad de que la estructura del instrumento goza de objetividad. Esta etapa fue evaluada por 16 expertos concebidos bajo ciertos criterios.

**Figura 1. Desarrollo de etapas.**



Fuente: Elaboración propia.

#### **Etapa 4. Aplicación de prueba piloto.**

En esta fase de trabajo se conformó un grupo de 20 estudiantes integrados de universidades públicas de la Ciudad de la Paz en Baja California Sur. La aplicación del instrumento se llevó a cabo por medio de *Google form*; se les convocó de forma personalizada, explicando y puntualizando el objetivo del estudio. Fue importante comulgar con ellos los temas, al inicio del intercambio hubo reacciones de resistencia por el hecho de enfocarlos a finanzas; sin embargo, se les sensibilizó sobre la importancia de sus aportaciones y accedieron de forma positiva a participar. Una vez concluido ese intercambio se les hizo llegar el formulario.

#### **Etapa 5. Validez de los datos con la estadística de fiabilidad del Alfa de Cronbach.**

En este proceso el objetivo era la obtención de una escala de fiabilidad, estimado en un parámetro de  $p > 0.05$ . Tanto para el grupo de expertos como la prueba piloto fueron sometidos a esta fase según Quero (2010).

El Alpha de Cronbach permite realizar determinar la consistencia interna de los ítems y cómo esto se comportan entre ellos.

“El valor mínimo aceptable para el coeficiente alfa de Cronbach es 0.70; por debajo de ese valor la consistencia interna de la escala utilizada es baja. Por su parte, el valor máximo esperado es 0.90; por encima de este valor se considera que hay redundancia o duplicación. Varios ítems están midiendo exactamente el mismo elemento de un constructo; por lo tanto, los ítems redundantes deben eliminarse”. Usualmente se prefieren valores de alfa entre 0.80 y 0.90. (Oviedo & Campos 2005, p. 577)

## Etapa 6. Análisis de concordancia con el coeficiente de Kappa de Cohen.

La medida se basa en la concordancia obtenida en un conjunto de datos. Esto se determina para clarificar la proporción de coincidencias frente a un total de individuos. Así mismo, Cerda & Villarroel (2008) indican que este proceso pretende eliminar el sesgo dentro de la investigación, para ello se elimina de alguna forma la concordancia obtenida por azar.

La fórmula establecida es la siguiente:

$$K = (Co - Ca) / (1 - Ca)$$

Si  $K=0$  significa que la concordancia observada coincide con la que ocurriría por puro azar. Los que señalan valores positivos señalan mayor concordancia que la que se esperaría por el puro azar. En caso que el resultado fuera 1, se trataría de una concordancia perfecta. Si  $K$  toma un valor negativo, sería igual a discordancia, que solamente en la tabla de  $2 \times 2$  podría llegar hasta -1, lo que señalaría una discordancia total entre las dos clasificaciones o evaluaciones.

Así mismo, hay que calcular también el intervalo de confianza en el que se mueve  $K$ , debido a que, en caso que  $K$  tenga valores positivos si el intervalo de confianza es muy amplio, habría que reconsiderar la significación, es decir, si es suficiente para decidir que ambas clasificaciones, observadores, etc. son similares. Ahora bien, según Landis y Koch (1977) propusieron unos límites para el grado de acuerdo estimado con el resultado del cálculo de Kappa, como se indica en la Tabla 1.

**Tabla 1. Interpretación de los valores de Kappa.**

<b>Kappa</b>	<b>Estimación del grado de acuerdo</b>
<0	No acuerdo
0.0 – 0.2	Insignificante
0.2 – 0.4	Bajo
0.4 – 0.6	Moderado
0.6 – 0.8	Bueno
0.8 – 1.0	Muy bueno

Fuente: Landis & Koch (1977).

## 3. Resultados.

La obtención de los resultados se fue dando por periodos de tiempo conforme se avanzó en el estudio, desde enero a julio de 2019. Una vez culminadas las etapas, los resultados obtenidos por medio del coeficiente de concordancia de Kendall fue la siguiente:



**Tabla 2. Resultados de la W de Kendall para el instrumento aplicado a expertos.**

Estadísticos de prueba. Coeficiente de concordancia de Kendall	
N	16
W de Kendall	0.503
Chi-cuadrado	193.164
gl	24
Sig. asintótica	0.000

Fuente: Elaboración propia, basado en el programa SPSS v.24 (2019).

El resultado de 0.503 quedó dentro de los estándares de aceptación: quedando por encima del mínimo con este dato se pudo determinar la existencia de una concordancia entre las variables estudiadas. Para el cálculo de los estadísticos se utilizó el software especializado Statistical Product and Service Solutions (SPSS), versión 24 (George & Mallery, 2003).

Para la obtención de los valores primero se hizo una tabla en software especializado SPSS, versión 24. Se sacaron las estadísticas descriptivas básicas para después obtener el Alfa de Cronbach y como se puede apreciar en la Tabla 2 se utilizaron los 16 casos para el cálculo del análisis del Alfa de Cronbach, que arrojó un resultado del 0.681, es decir, al menos el 68.1% el cual es un porcentaje que dentro de la escala que sugieren George y Mallery (2003) para el análisis del instrumento se considera cuestionable; sin embargo, sigue estando por encima de la escala mínima elegida que es  $>.5$  (Tabla 3).

**Tabla 3. Resultados Alfa de Cronbach para el instrumento aplicado a Jueces.**

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	Nº. de elementos
0.681	26

Fuente: Elaboración propia, basado en el programa SPSS v.24 (2019).

Para la prueba piloto a los 20 alumnos de nivel universitario para determinar la validez del contenido, una vez que los expertos hicieron sus observaciones con respecto a los ítems, fueron aplicadas las observaciones; posteriormente se requirió la perspectiva de los jóvenes invitados para aplicar la prueba, que utilizaron las mismas pruebas no paramétricas. Como se puede apreciar en la Tabla 4 de la W de Kendall el resultado ha sido bajo según la escala.

**Tabla 4. Resultados de la W de Kendall acorde al instrumento generado a la prueba piloto.**

Estadísticos de prueba	
N	20
<b>W de Kendall</b>	0.316
<b>Chi-cuadrado</b>	151.761
<b>gl</b>	24
<b>Sig. asintótica</b>	0.000

Fuente: Elaboración propia basado en el programa SPSS v.24 (2019). Coeficiente de concordancia de Kendall.

El resultado no fue con el rango esperado, esto obedece a que la mayor parte de las respuestas que los alumnos pusieron dentro de la escala de Likert fueron ambiguas (ni de acuerdo ni en desacuerdo) ya que usaron la categoría considera media o neutral para responder y debido a esto es posible que la medida de concordancia entre las variables haya resultado tan baja.

Cabe mencionar que, sería admisible sustituir la opción intermedia de la escala de Likert por una que permita al usuario clarificar su respuesta. Esto obedece a que existe una tendencia de las personas encuestadas de optar por la respuesta central cuando desconocen el tema o no pueden identificarse con él. El dato queda dentro de los niveles fiables como se ve en la Tabla 5.

**Tabla 5. Resultados Alfa de Cronbach para el instrumento aplicado a la prueba piloto.**

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	Nº. de elementos
<b>0.592</b>	26

Fuente: Elaboración propia, basado en el programa SPSS v.24 (2019).

Una vez utilizada esta herramienta de Kappa, nos permite registrar que de los 25 ítems se comportaron en su estimación de grado de resultado como 2 bajo, 8 aceptable, 11 moderado, 3 bueno, 1 muy bueno, por tanto, lo que genera una interpretación de un nivel de acuerdo entre los observadores en la gran mayoría de los ítems, clarificando que las observaciones no estuvieron al azar y su manifestación fue clara. El instrumento con sus resultados se expone de la siguiente forma:

**Tabla 6. Resultados de confiabilidad por ítem a través del grado de concordancia de los observadores.**

Ítems	Kappa	Ítems	Kappa
Dimensión 1. Ahorro		Dimensión 4. Inversión	
1	0.40	1	0.42
2	0.50	2	0.57
3	0.61	3	0.40
4	0.44	4	0.29
5	0.56	5	0.49
Ítems	Kappa	Ítems	Kappa
Dimensión 2. Presupuesto		Dimensión 5. Vocabulario/términos financieros	
1	0.45	1	0.29
2	0.48	2	0.35
3	0.52	3	0.55
4	0.40	4	0.78
5	0.85	5	<b>0.12</b>
Ítems	Kappa		
Dimensión 3. Manejo de crédito (tarjetas y préstamos)			
1	0.69		
2	<b>0.10</b>		
3	0.41		
4	0.33		
5	0.39		

Fuente: Elaboración propia, basado en el programa SPPS v.24 (2019). Instrumento de observación aplicados a público universitario a través de dos observadores.

#### 4. Discusión.

El proceso realizado en etapas permitió evaluar finalmente el nivel de concordancia con el método del Kappa de Cohen. El desarrollo por etapas generó las bases para lograr el objetivo de esta investigación, respetando el proceso de confiabilidad del instrumento diseñado, evaluación de la validación sometido al grupo de expertos, hasta obtener una concordancia de un 88.7% como resultado final. El instrumento diseñado logró culminarse con los ajustes propios en el proceso de esta investigación y puede ser utilizado para futuras investigaciones, con la misión de la mejora continua y así mismo de

perfeccionarse, en la investigación sustentada por Rivera y Bernal (2018) integran ítems como el ahorro, uso de tarjeta de crédito que coinciden con lo sustentado, además consideran el endeudamiento como parte necesaria de evaluación, denotan como resultado que hay un mínimo de manejo en cuanto a la educación financiera. Así mismo, la contribución realizada por los autores Huerta et al. (2018) donde aborda que el género también impacta en la acción del ahorro y la educación financiera enfocado en la *generación millennial*, aspecto que debe considerarse como punto de validación en las subsecuentes investigaciones.

Cabe señalar que en el estudio se solicitó información adicional para complementar criterios, los resultados se posicionaron de la siguiente forma: que el 92.3% estudia o estudió en universidades públicas, no se delimitaron las carreras para ser estudiadas, sin embargo, las de mayor abundancia fueron en el área administrativa-económicas, de salud e ingenierías; éste fue el caso de la investigación a cargo de Materano et al. (2009) donde partieron de un estudio de emprendimiento con alumnos de ingeniería agrícola para analizar el nivel educacional que poseen para enfrentar una oportunidad de emprendimiento, es decir, se debe pasar de tener emprendedores a empresarios, a una temprana edad. Como indican Mungaray, Aguilar y Osorio (2017), uno de los principales motivos de iniciar un negocio se asocia a la alternativa de complementar el ingreso familiar y la búsqueda infructuosa de un empleo.

Por otro lado, uno de los datos interesantes de la investigación fue acerca de quién sostiene o sostuvo sus estudios en el lapso de la carrera y el 43.5% fueron los padres, posteriormente con un 13% sólo el estudiante lo sostuvo o sostiene y con un 12.2% sólo la madre contribuyó con la educación. Estos datos se vieron contrarrestados al momento de abordarlos con quien vive actualmente o en su momento de haber sido estudiante, el 61.8% con sus padres para pasar al 11.1% a vivir sólo y finalmente un 9.7% con su propia familia (pareja e hijos). Con estas cifras se deduce que el personaje estudiado de alguna forma ha solventado las dificultades económicas, no por ello significa que domine los conceptos o tenga destreza financiera. Esto lo refiere en su investigación Zapata et al. (2016) donde indica que los individuos poseen una baja cultura financiera, inclinados por el desinterés o por desconocimiento; adicional a esto, tienen desconfianza en el sistema bancario.

Uno de los elementos por puntualizar es la necesidad de fortalecer los programas de estudio para promover una formación en el área financiera. Lusardi y Mitchell (2014) sustentan que las valoraciones de los programas de educación financiera deben poseer claros objetivos para obtener un nivel de eficacia y dar pauta a la mejora de resultados financieros, así como de su comportamiento de consumo.

Hay investigaciones, como la de Bruhn y Love (2014) donde realizaron un estudio en Brasil a 20,000 estudiantes de secundaria; en ella corroboran que si se cuenta con instrucción en educación financiera incrementa la probabilidad de abrir una cuenta bancaria, coadyuvando a tener mayor capacidad para tomar decisiones sobre el dinero. Castillo et al. (2018) abordan la importancia de evaluar los factores internos y externos que fomentan la actividad emprendedora. Otro rasgo de importancia es acerca de la intención emprendedora que sostienen los estudiantes. Lans et al. (2014) mencionan que la enseñanza superior puede aplicarse con mayor importancia para ofrecer las bases necesarias para los futuros emprendedores.

Conviene subrayar que existen otros factores que actúan en el desarrollo de los estudiantes como lo indica Zambrano (2013), que respalda llevar una aproximación para introducir la pedagogía como estrategia educativa para elevar el desempeño educativo. Ahora bien, el plantel educativo se establece como facilitadores del aprendizaje como lo sustenta Cohen, Raudenbush y Ball (2003). Así mismo Hanushek (2008) alude que la calidad del docente y la cantidad de alumnos en el aula son elementos esenciales para el proceso formativo. Adicionalmente Astorquiza (2019) hace mención a que para elevar la calidad de educación se deben repensar los modelos educativos, continuar con fundamentos teóricos y empíricos que permitan en los hacedores de política enfocarse en las peculiaridades del entorno familiar o escolar que permita el ascenso del logro académico del alumnado.

Por otra parte, los estudios de confiabilidad no son abundantes en el campo aquí citado. Generalmente sus pasos llegan, por un lado, hasta la validez del instrumento, o se limitan hasta la

confiabilidad sin culminar en aspectos de concordancia; donde se aplican con mayor frecuencia es en el área pediátrica y de salud, donde se encuentra ampliamente difundida. Este tipo de diseño de investigación presenta diversas ventajas, acentuando su sencillez logística, facilidad de análisis estadístico y una amplia aplicabilidad en escenarios clínicos, como lo indican Cerda y Villarroel (2008), acentuando que la validez de un estudio puede afectarse severamente si transita por mediciones poco confiables. Así mismo, un principio de error de medición es producto de la variabilidad interobservador, cuya magnitud es posible estimar a través de los llamados estudios de concordancia, que tienen como objetivo estimar hasta qué punto dos observadores coinciden en su medición.

## Referencias.

- Asociación Mexicana del Afore (AMAFORE, 2015). *Feria de AFORES Ciudad de México*. Recuperado de <https://bit.ly/2sOn7pU>.
- Amezcuca, E., Arroyo, M., & Espinosa, F. (2014) Contexto de la Educación Financiera en México. *Ciencia Administrativa*, 1, 21-30. Recuperado de <https://www.uv.mx/iiesca/files/2014/09/03CA201401.pdf>.
- Atkinson, A., & Messy, F. (2012) *Measuring Financial Literacy: Results of the OECD/International Network on Financial Education*. OECD. Insurance and Private Pensions, num 15. París. Publishing 2012.
- Auverlot, D., (2011) Le fossé numérique en France, sitio digital Centre d'Analyse Stratégique. *Rapports et documents*. Recuperado de <https://bit.ly/2KVJXU0>.
- Aztorquiza, B. (2019). Efectos de la pedagogía y el compromiso educativo sobre el logro académico de los estudiantes de educación media. *Revista de Métodos cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 28, 47-67.
- Baechle, R., & Earle, W. (2007). *Principios del entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento físico*. 2ª edición. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Blancero, M., Mouriño E., & Padilla, M. (2018). Latino Millennials The New Diverse Workforce: Challenges and Opportunities. *Hispanic Journal of Behavioral Sciences*, 40(1), 3-21. DOI: 10.1177/0739986317754080.
- Black, A., & Champion, D. (1976). *Method and issues in social research*. Nueva York: John Wiley&Sons.
- Bruhn, M., & Love, I. (2014) The real impacto of improved access to finance: evidence from Mexico. *Journal of Finance, forthcoming*, 69(3), 1347-1376. DOI: 10.1111 / jofi.12091
- Castillo, M., Álvarez, A., Alfaro, M., Sánchez, J., & Pizarro, I. (2018). *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 25, 119-129.
- Cerda, J., & Villarroel., L. (2008). Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. *Revista Chilena de Pediatría* 2008, 79(1), 54-58.
- Cohen, D., Raudenbush, S., & Ball, D. (2003). Resources, instruction, and research. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 25(2), 119-142.
- Consejo Nacional de Población, CONAPO (2018). *Proyecciones de la población 2010-2050*. Recuperdo de <https://goo.gl/g7EBYZ>

- Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros, CONDUSEF (2017). *Anuario estadístico*. Recuperado de <https://goo.gl/hcspRf>
- Estrategia Nacional de Educación Financiera, ENEF (2015). *Encuesta Nacional de Inclusión financiera*. Recuperado de Estrategia Nacional de Educación Financiera, ENEF (2017).
- Estrategia Nacional de Educación Financiera, ENEF (2017). *Líneas de acción para fomentar la creación y desarrollo de capacidades financieras en la población mexicana*. Recuperado de <https://bit.ly/37D6ZGq>
- Hanushek, E.A. (2008). The Economic benefits of improved teacher quality. *In Governance and performance of education systems* (pp. 107-135). Stanford University, Stanford, CA, USA: Springer.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª. ed.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Howe, N., & Strauss, W. (2009). *Millenials Rising: The Next Great Generation*. New York: Random House.
- Huerta, Z., Catache, M., García, M., Martínez, R., González, E., & Pedroza, L. (2018). *Revista Internacional Administración & Finanzas*, 11(2), 59-70.
- Galicia, L., Balderrama, J., & Navarro., R. (2017). Validez de contenido por juicio de expertos: propuesta de una herramienta virtual. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 9(2), 42-53. DOI: 10.18381/ap.v9n2.993.
- Gempp, R., Denegri, N., Caripán, V., Catalán, S., & Hermosilla, C. (2007). Desarrollo del Test de Alfabetización Económica para Adultos TAE-A-25. *Interamerican Journal of Psychology*, 41(3), 275-284.
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference 11.0 update (4<sup>th</sup> ed.)*. Boston: Allyn & Bacon. Recuperado de: <http://www.sciepub.com/reference/65129>
- Gómez, O., & Amaya, M. (2013). Instrumentos para elegir y evaluar artículos científicos para la investigación y la práctica basada en evidencia. *Aquichan*, 13(3), 407-420.
- Landis, J., & Koch, G. (1977). La medición del acuerdo del observador para datos categóricos. *Biometrics*, 33(1), 159-74. DOI: 10.2307 / 2529310.
- Lans, T., Blok, V., & Wesselink, R. (2014), Learning apart and together: towards an integrated competence framework for sustainable entrepreneurship in higher education. *Journal of Cleaner Production*, 62(1), 37-47.
- Llantada, C. (2013). The article of the future: Strategies for genre stability and change. *English for Specific Purpose*, 32(4), 221-235.
- Lusardi, A., & Mitchell, O.S. (2014). The Economic Importance of Financial Literacy: Theory and Evidence. *Journal of Economic Literature*, 52, 1-40. DOI: 10.1257/jel.52.1.5. as.
- Marshall, S. (2015). Sobre la cultura del valor material y la cosmografía de la riqueza. *Etnografías Contemporáneas*, 1(1), 181-226.
- Materano, W., Ruíz, L., Torres, C., & Valera, A. (2009). Una mirada a la formación empresarial para el desarrollo del espíritu emprendedor en las universidades. *Visión Gerencial*, 2, 279-290.

- Maxwell, L., & Stake, E. (2006). *Research and Statistical Methods in Communication Sciences and Disorders*. Universidad de Michigan: Thomson/Delmar learninf.
- Méndez, M. & Peña, J. (2007). *Manual Práctico para el diseño de la Escala de Likert*. México: UANL/Trillas.
- Mungaray, A., Aguilar, J.G., & Osorio, G. (2017). Los objetivos económicos de la micro y pequeña empresa en México. Un análisis desde las elasticidades de factores productivos. *Revista de Métodos cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 24, 129-146.
- Oviedo, C., & Campo, Ad. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, XXXIV(4), 572-580.
- Quero, M. (2010). *Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach*. Telos. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99315569010>
- Rivera, B., & Bernal, D. (2018). La importancia de la educación financiera en la toma de decisiones de endeudamiento. Estudio de una sucursal de "Mi Banco" en México. *Revista Perspectivas*, 41, 117-144.
- Roa, M. (2016, agosto). Centro de Estudios Monetizados en América Latina (CEMLA). *Convención Nacional de Afores (2016)*, Ciudad de México, México. Recuperado de <https://bit.ly/2KgiJGq>
- Ruiz, C. (1998). *Instrumentos de Investigación Educativa*. Venezuela: Barquisimeto, CIDEG.
- Solomon, M.R. (2013) *Comportamiento del Consumidor (7ª. Edición)*. México: Ed. Pearson Prentice Hall.
- S&P (Global Ratings) (2018). Recuperado de [https://www.spratings.com/en\\_US/home](https://www.spratings.com/en_US/home)
- Zakaria, R., Jaafar, N., & Marican, S. (2012). Financial behavior and financial position: a structural equation modelling approach. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 12(10), 1396-1402.
- Zambrano, J.C. (2013). Análisis multinivel del rendimiento escolar en matemáticas para cuarto grado de Educación Básica Primaria en Colombia. *Sociedad y Economía*, 25, 205-235.
- Zapata, A., Cabrera, E., Hernández, J., & Martínez, J. (2016). Educación financiera entre jóvenes universitarios: Una visión general. *Revista Administración y Finanzas*, 3(9), 1-8.



## Eficiencia innovadora en el sector servicios: el caso de Uruguay

BRIDA, JUAN GABRIEL

Universidad de la República (Uruguay)

Correo electrónico: [elbrida@gmail.com](mailto:elbrida@gmail.com)

LADÓS, VALENTINA

Universidad de la República (Uruguay)

Correo electrónico: [valelados@gmail.com](mailto:valelados@gmail.com)

SICILIA, GABRIELA

Universidad Autónoma de Madrid (España)

Correo electrónico: [gabriela.sicilia@uam.es](mailto:gabriela.sicilia@uam.es)

### RESUMEN

Este estudio analiza la eficiencia técnica en términos de innovación de las empresas del sector servicios en la economía uruguaya. Para ello, se utilizan los datos provenientes de la Encuesta de Actividades de Innovación 2010-2012 de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII). En una primera etapa, se estima el nivel de eficiencia de cada empresa mediante un modelo de Análisis Envoltante de Datos, incorporando los inputs y outputs relacionados con la actividad innovadora de las empresas. Los resultados revelan que, a pesar de los esfuerzos realizados en materia de inversión en innovación, los resultados son aún muy pobres. En promedio, las empresas analizadas podrían aumentar su producción en materia de innovación en un 44,5% dado los recursos invertidos. Posteriormente, se explora la relación entre la eficiencia innovadora y diversas características de las firmas. En este sentido, se encuentra que las empresas medianas presentan menor eficiencia que las pequeñas y grandes. Asimismo, las empresas que no solicitaron apoyo estatal para financiar las actividades de innovación muestran un mayor nivel de eficiencia que aquellas que sí solicitaron. Los resultados pueden ser de interés tanto para los responsables del área de innovación de las empresas, como para las instituciones que brindan apoyo en materia de innovación (como la ANII), ya que aportan evidencia sustantiva para mejorar la orientación de la estrategia innovadora a seguir por las empresas del sector servicios.

**Palabras clave:** innovación, eficiencia técnica, Encuesta de Actividades de Innovación, Análisis Envoltante de Datos.

**Clasificación JEL:** C61; C67; O32; L80.

**MSC2010:** 03H10; 46N10; 62-07.



## Innovative efficiency in the service sector: the case of Uruguay

### ABSTRACT

This study analyse the technical efficiency in terms of innovation of the firms in the service sector in the Uruguayan economy. Therefore, we use data from the 2010-2012 Innovation Activities Survey of the National Agency for Research and Innovation (ANII). In a first stage, we estimate the level of efficiency of each company through a Data Envelopment Analysis model, incorporating the inputs and outputs related to the innovative activity of the firms. The results reveal that, despite the effort made in terms of investment in innovation, the results are still very poor. On average, the companies analysed could increase their innovation production by 44.5% given the resources invested. Subsequently, we explore the relationship between innovative efficiency and several characteristics of the firms. In this sense, we found that medium-sized firms have lower efficiency than small and large companies. The results can be useful for both those responsible for the area of innovation of the firms, as well as to the institutions that provide support in the field of innovation (such as the ANII), since they provide substantive evidence to improve the orientation of the innovative strategy to be followed by firms in the service sector.

**Keywords:** innovation, technical efficiency, Innovation Activities Survey, Data Envelopment Analysis.

**JEL classification:** C61; C67; O32; L80.

**MSC2010:** 03H10; 46N10; 62-07.



## 1. Introducción.

Si bien históricamente la producción en la economía uruguaya estuvo basada en la actividad agropecuaria, el sector terciario (que incluye suministro de electricidad, gas y agua, construcción, comercio, reparaciones, restaurantes y hoteles, transporte, almacenamiento y comunicaciones y otros servicios) ha ido incrementando notoriamente su participación en la estructura económica del país, siendo actualmente el sector con mayor participación en el Producto Interno Bruto (PIB). Como consecuencia, la investigación sobre la actividad económica de este sector ha ido adquiriendo una creciente atención en los últimos años, con el fin de comprender, entre otras cuestiones, los motivos de dicha expansión.

Otra de las cuestiones que ha cobrado relevancia en las últimas décadas, es el estudio del proceso de innovación de las empresas y sus efectos sobre su desempeño económico y productividad. Existe actualmente amplio consenso en la literatura acerca de la importancia que tienen las actividades de investigación y desarrollo (I+D) como factor impulsor del crecimiento de la productividad de las empresas (los trabajos de Griliches (1973) y Terleckyj (1974) son pioneros en este tema), tanto en los países desarrollados como en las economías en desarrollo. Por ejemplo, para el caso uruguayo Aboal y Garda (2016) encuentran que en el sector servicios tanto las innovaciones tecnológicas como las no tecnológicas tienen efectos muy positivos en la productividad de las empresas. Asimismo, Aboal et al. (2015a) concluyen que la innovación de productos en empresas del sector servicios es una fuente importante de crecimiento del empleo de la empresa. Esta evidencia, sumada al sostenido crecimiento del sector terciario, hace que sea imprescindible que las empresas de dicho sector incorporen actividades innovadoras como parte de su estrategia organizacional para hacer frente a las constantes exigencias del mercado y la competencia. Esto es particularmente relevante en las economías de América Latina y el Caribe que evidencian una baja tasa de crecimiento de la productividad (Crespi & Zuñiga, 2010).

En el caso particular de Uruguay, un avance institucional importante en materia de innovación fue la creación de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) en el año 2005 (<http://www.anii.org.uy/>). La ANII ha sido fundamental en el diseño e implementación de diversos instrumentos para promover la innovación empresarial, así como también la formación de recursos humanos y la promoción de vínculos entre distintos actores (emprendedores, inversores, gobierno, industria y la academia), con el objetivo de impulsar el surgimiento y la gestión de los emprendimientos.

Sin embargo, a pesar de estos avances, la actividad innovadora de las empresas del sector terciario en Uruguay muestra un desempeño notablemente pobre (ANII, 2015), siendo uno de los más bajos de la región (Aboal et al., 2015b). Tanto la proporción de firmas innovadoras como la inversión destinada a innovar en este sector disminuyeron en el período 2004-2012. Asimismo, el tipo de actividades de innovación más frecuente que realizaron las empresas de servicios durante el período 2010-2012 fue básicamente la adquisición de bienes de capital, lo que implica un bajo grado de innovación ya que sólo repercute en la propia empresa y no tiene impacto en el mercado local o internacional. Dentro de las principales causas del bajo desempeño innovador se encuentran la escasez de capital humano, la falta de desarrollo financiero y el déficit de inversión del sector público, así como el hecho de que aquellos sectores más dinámicos y que demandan inversiones en innovación poseen una baja participación en la estructura productiva nacional (Aboal et al., 2015b).

Por otra parte, más allá del bajo desempeño innovador, las empresas innovadoras tampoco están aprovechando las innovaciones de sus productos (Cassoni & Ramada-Sarasola, 2010). En este sentido, antes que apostar por un aumento de los niveles de innovación sería deseable mejorar los procesos internos de las empresas para reducir las ineficiencias y aprovechar mejor los recursos invertidos. Para ello, resulta imprescindible medir el nivel de eficiencia innovadora de las empresas. Es decir, investigar cómo se traducen las inversiones realizadas en I+D en resultados innovadores y conocer si las empresas están maximizando la producción innovadora. La medición del nivel de eficiencia relativa de las empresas en materia de innovación permite no sólo identificar comportamientos ineficientes para corregirlos y aprovechar mejor los recursos invertidos, sino también identificar a las mejores empresas y aprender de sus prácticas, así como conocer qué factores se asocian con la eficiencia innovadora

empresarial. De este modo, aporta evidencia fundamental para diseñar mecanismos adecuados que promuevan un mayor y mejor desempeño innovador. Por tanto, esta información resulta sumamente relevante, no sólo para las propias empresas, sino también para las agencias e instituciones que financian parte o totalmente las inversiones realizadas (por ejemplo, la ANII) y que, como en la situación actual, operan en contextos de restricción fiscal.

En este contexto, el principal objetivo de este trabajo consiste en medir, por primera vez, el nivel de eficiencia innovadora de las empresas del sector servicios de Uruguay. Para ello, se utilizan los datos provenientes de la última edición de la Encuesta de Actividades de Innovación 2010-2012 de la ANII. En una primera etapa, se estima el nivel de eficiencia de cada empresa mediante un modelo de Análisis Envoltante de Datos (DEA por sus siglas en inglés), incorporando los inputs y outputs relacionados con la actividad innovadora de las empresas. Posteriormente, se estudia la distribución de la eficiencia innovadora de las empresas incluidas en el análisis según diversas características con el fin de caracterizar a las empresas más eficientes, así como identificar potenciales áreas de mejora. Dada la ausencia de estudios previos sobre la medición de la eficiencia innovadora de las empresas, el presente trabajo pretende ser un punto de partida que motive la realización de más investigaciones sobre el tema.

El trabajo se organiza de la siguiente manera. En la siguiente sección se presentan los principales antecedentes en materia de medición de la eficiencia técnica innovadora. En la tercera sección se desarrollan los principales aspectos metodológicos relacionados con la estimación de la eficiencia innovadora de las empresas. En la cuarta sección se describen los datos, las variables y la selección de la muestra. En la quinta sección se discuten los resultados. Finalmente, en la última sección se presentan las principales conclusiones del trabajo, así como las limitaciones y las líneas futuras de investigación que se desprenden del mismo.

## **2. Antecedentes de la eficiencia innovadora.**

La innovación es ampliamente considerada como una de las principales fuentes de ventaja competitiva sostenible en un entorno cada vez más cambiante, porque conduce a mejoras en los productos y procesos, genera avances continuos que ayudan a las empresas a sobrevivir, les permite crecer más y mejor, ser más eficientes y ser más rentable que las no innovadoras. Analizar y cuantificar los efectos de productividad de las actividades de innovación ha sido una tarea desafiante para los economistas durante varias décadas. A pesar de una gran cantidad de estudios empíricos, la investigación en el rol de la innovación solo ha tenido un suceso parcial en explicar e incluso medir el efecto de las innovaciones de proceso en la productividad, al menos a nivel de empresa. Para poder analizar las relaciones entre innovación, productividad, conocimiento y aprendizaje en el marco de las economías basadas en el conocimiento, y teniendo en cuenta la diversidad de patrones de innovación sectorial (Malerba, 2003) es imprescindible introducir el concepto de sistema de innovación, tanto a nivel nacional, regional, pero fundamentalmente a nivel sectorial (Malerba, 2002). Los sistemas de innovación (SI) (Lundvall, 2010; Malerba, 2004; Malerba & Mani, 2009) nos brindan un marco conceptual para analizar los procesos de innovación que permite analizar los factores que influyen en el crecimiento de la productividad del trabajo en los distintos sectores de una economía.

El concepto de SI es una derivación de la teoría evolutiva (Lundvall, 2010) en la discusión acerca de la relación existente entre conocimiento, innovación y desarrollo económico, y resalta la naturaleza no lineal, multidimensional, interactiva, social, cultural-institucional e histórica de los procesos de innovación y aprendizaje (ver Malerba & Nelson, 2011, 2012). En particular la noción de sistema sectorial de innovación (introducida originalmente por Malerba) permite analizar el rol de la dinámica de productividad sectorial del trabajo en las diferencias sectoriales de los procesos de innovación. Malerba define el concepto de sistema sectorial de innovación como “un conjunto de productos nuevos o establecidos para usos específicos y el conjunto de los agentes que realizan interacciones de mercado y de no mercado para la creación, producción y venta de estos productos” (Malerba, 2002; p.250), lo

que nos permite entender el papel de la co-evolución recíproca de varios factores tecnológicos e institucionales en el crecimiento de la productividad de los distintos sectores de la economía.

Diversos estudios empíricos a nivel internacional han utilizado el Análisis Envolvente de Datos como estrategia metodológica para estimar la eficiencia técnica productiva de las empresas y relacionarla *a posteriori* con su actividad innovadora. Por ejemplo, véase Álvarez y Crespi (2003) o Diaz-Balteiro et al. (2006). Los primeros investigan los factores que explican los diferentes niveles de eficiencia en pequeñas empresas, principalmente del sector manufacturero de Chile. Los segundos, analizan la relación entre la eficiencia productiva y las actividades de innovación en la industria de la madera española.

Sin embargo, en nuestro estudio el objetivo es medir directamente el nivel de eficiencia técnica en términos de innovación, esto es, incluyendo las variables relacionadas con las inversiones en I+D (inputs) y los resultados innovadores producidos (outputs) en el modelo DEA a la hora de estimar la eficiencia técnica. El interés de este enfoque radica en identificar potenciales mejoras en la producción de productos innovadores, ya que como hemos comentado la evidencia disponible para Uruguay muestra un desempeño insuficiente por parte de las empresas. A diferencia del enfoque de medición de la eficiencia técnica global, en este caso la evidencia internacional disponible es relativamente más reciente y escasa (Tabla 1).

**Tabla 1. Estudios previos de la eficiencia técnica innovadora de las empresas.**

<b>Autores</b>	<b>Ámbito</b>	<b>Método</b>	<b>Input</b>	<b>Output</b>
<b>Wang &amp; Huang (2007)</b>	Actividades de I+D de 30 países	DEA	Stock de capital en I+D; mano de obra	Patentes; publicaciones académicas
<b>Bae &amp; Chang (2012)</b>	Empresas de industria manufacturera de Corea	DEA	Gasto en Innovación; personal en I+D	Número de patentes registradas; ingresos; beneficios operativos
<b>Khoshnevis &amp; Teirlinck (2017)</b>	Empresas activas en I+D de Bélgica	DEA	Inversiones internas y externas en I+D; total de empleados; empleados en I+D; intensidad de I+D; adquisición de patentes	Facturación por empleado; valor agregado neto por empleado; facturación

Fuente: Elaboración propia.

Wang y Huang (2007) emplean un modelo DEA para evaluar la eficiencia relativa de las actividades de I+D entre treinta países. Utilizan como inputs el stock de capital de I+D y la mano de obra, mientras que como outputs utilizan las patentes y las publicaciones académicas. Uno de los resultados a los que llegan los autores es que menos de la mitad de los países evaluados son eficientes en actividades de I+D.

Por otra parte, Bae y Chang (2012) estudian la eficiencia de la innovación de empresas manufactureras de Corea para responder la interrogante de si existen diferencias significativas en el desempeño entre empresas de innovación abierta (donde los proyectos se originan combinando conocimiento externo con interno) y de innovación cerrada (donde los proyectos se gestionan solo con el conocimiento y medios de la propia empresa). Como inputs, utilizan el gasto en innovación y el personal en I+D, mientras que el número de patentes registradas, los ingresos y las ganancias operativas son variables utilizadas como outputs. Uno de los resultados más relevantes es que las empresas de innovación abierta resultaron más eficientes, concluyendo que la adquisición de conocimiento y tecnología tiene un impacto positivo en el desempeño de las empresas.

Por último, Khoshnevis y Teirlinck (2017) utilizan un modelo DEA para medir el desempeño de empresas activas de I+D de Bélgica. Como input utilizan las inversiones internas y externas en I+D, el total de empleados y los empleados en I+D, la intensidad de I+D y la adquisición de patentes. Como output utilizan la facturación por empleado y el valor agregado neto por empleado. Asimismo, realizan una clasificación de las empresas según el tamaño y el sector de actividad. Dentro de los resultados a los que llegan, encuentran que tanto las pequeñas, medianas y grandes empresas tienen ineficiencias técnicas y de escala. Sin embargo, las empresas más pequeñas son las que muestran mayores ineficiencias de escala.

En resumen, es importante destacar que, utilizando inputs y outputs similares, los estudios disponibles en materia de eficiencia técnica innovadora, evidencian que las empresas resultan ser, en promedio, altamente ineficientes (independientemente del ámbito de análisis). Sin embargo, estos resultados deben interpretarse con cautela ya que los estudios disponibles son aún muy escasos y en particular para Uruguay no se han encontrado estudios previos.

### 3. Metodología.

La estimación de la eficiencia técnica innovadora de las empresas, se basa en la propuesta de Farrell (1957) de estimación de una frontera productiva. Entendiendo esta última como el máximo nivel de output que se puede alcanzar con cierta combinación de inputs (orientación al output), o alternativamente, como el mínimo nivel de inputs necesario para la producción de cierto nivel de output (orientación al input). Dicha frontera no es observable en la práctica, por lo que es necesario estimarla teniendo en cuenta las mejores prácticas que componen la muestra a evaluar. Para ello, se puede proceder básicamente mediante dos grupos de técnicas: paramétricas o no paramétricas. La diferencia entre ambas técnicas está en la forma en que se construye la tecnología, los supuestos del modelo y en la forma en que se estima la eficiencia. Por un lado, las técnicas paramétricas requieren estimar la relación entre inputs y outputs utilizando técnicas econométricas, es decir, se debe definir *a priori* la forma funcional de la tecnología de producción y los parámetros del modelo. La ventaja más destacada de estas técnicas es la posibilidad de calcular elasticidades y de realizar inferencia estadística. La principal desventaja es la imposibilidad de considerar más de un output en el proceso productivo.

Por otra parte, los métodos no paramétricos no requieren realizar hipótesis sobre la forma funcional de la frontera de producción y tiene dentro de sus ventajas la posibilidad de trabajar con múltiples inputs y outputs. Dentro de las desventajas, se encuentra el hecho de que es una técnica muy sensible a datos atípicos y no permite el cálculo de elasticidades ni inferencia estadística. Sin embargo, en las últimas décadas los modelos no paramétricos han sido extendidos incorporando la técnica de *bootstrap* (Gijbels et al., 1999; Kneip et al., 1998, 2008, 2011), lo que permite realizar inferencia estadística sobre los índices de eficiencia estimados.

En este trabajo se opta por la utilización de un modelo no paramétrico, en concreto, el Análisis Envoltente de Datos ya que por su flexibilidad ha sido el más aplicado para la medición de la eficiencia técnica en el sector servicios. Esta metodología resulta especialmente adecuada para medir la eficiencia innovadora de las empresas de servicios uruguayas ya que no se dispone de los precios de los inputs y outputs, no se conoce la tecnología de producción que puede estar detrás del proceso productivo, y como hemos mencionado previamente, nos permite incorporar múltiples outputs en el análisis. Según el trabajo de Emrouznejad y Yang (2018), las áreas de aplicación más recientes del modelo DEA son agricultura, transporte, banca, cadena de suministro y en políticas públicas.

El modelo DEA, propuesto por Charnes, Cooper y Rhodes (1978,1981) y Banker, Charnes y Cooper (1984) se basa en un problema de programación matemática que pretende obtener una envolvente con todas las unidades de análisis (llamadas DMU por su denominación en inglés, *Decision Making Units*) y sus combinaciones lineales que son eficientes, dejando por dentro las unidades

ineficientes. La envolvente funciona como la frontera eficiente, por lo que la distancia entre cada unidad de análisis y la frontera de producción representa su índice de eficiencia.

A la hora de estimar la frontera de producción mediante el DEA es preciso elegir las alternativas que mejor se adapten al sector, entre ellas la orientación del modelo y el tipo de rendimientos a escala. En principio no se va a imponer ninguna restricción sobre este último ya que existe una gran heterogeneidad en la escala de producción de las empresas analizadas y para muchas de ellas resulta inviable modificar la escala de producción en la que operan (al menos en el corto y medio plazo). Por tanto, se aplicará el modelo DEA con rendimientos variables a escala propuesto por Banker, Charnes y Cooper (1984), conocido como modelo DEA-BCC por las siglas de sus autores. En cuanto a la elección de la orientación, en el presente trabajo se ha optado por la orientación output ya que el objetivo es identificar la mejora potencial de los resultados obtenidos en materia de innovación y no reducir los recursos invertidos hasta el momento.

Siguiendo a Coelli et al. (2005), el modelo DEA-BCC con orientación al output y con rendimientos variables a escala, se puede formular de la siguiente forma:

$$\theta_i = \max_{\lambda, \theta} \{ \theta_i \mid \theta y_i \leq Y\lambda; x_i \geq X\lambda; n' \lambda = 1; \lambda \geq 0; \forall i = 1, \dots, n \} \quad (1)$$

donde  $y_i$  es el vector de outputs de dimensión  $(q \times 1)$ ,  $Y$  es la matriz de outputs de dimensión  $(q \times n)$ ,  $x_i$  es el vector de inputs de dimensión  $(p \times 1)$ ,  $X$  es la matriz de inputs de dimensión  $(p \times n)$ . El vector  $\lambda$  de dimensión  $(n \times 1)$ , determinado por el problema de optimización, contiene los ponderadores virtuales de las DMU que determinan la *unidad de referencia* eficiente para la  $i$ -ésima DMU evaluada. Finalmente,  $\theta_i \geq 1$  es la medida de ineficiencia de la unidad  $i$ , es decir, su nivel de ineficiencia técnica innovadora. Cuando  $\theta_i = 1$  la unidad se ubica sobre la frontera, es eficiente. Por el contrario, cuando  $\theta_i > 1$  la unidad analizada es ineficiente, y  $(\theta_i - 1) \times 100\%$  representa la mejora potencial en todos los outputs de la  $i$ -ésima unidad si ésta fuera eficiente. Por ejemplo, un valor de  $\theta_i = 1,052$  implica que la  $i$ -ésima unidad podría mejorar la producción de todos sus outputs en un 5,2%. A partir de esta medida, podemos computar la medida de eficiencia de Farrel (1957) como  $0 \leq \varphi_i = \frac{1}{\theta_i} \leq 1$ , que indica el nivel de eficiencia de la  $i$ -ésima unidad. En este caso, cuanto mayor es el valor de  $\varphi_i$ , más eficiente es la unidad. Cuando  $\varphi_i = 1$  la unidad productiva analizada es eficiente, es decir, se encuentra sobre la frontera de producción.

## 4. Datos y variables.

### 4.1 Encuesta de Actividades de Innovación (2010-2012).

La base de datos utilizada en este trabajo proviene de la Encuesta de Actividades de Innovación en la industria manufacturera y servicios seleccionados (EAAI 2010-2012), llevada a cabo por la ANII. Los principales resultados de la encuesta se encuentran en el siguiente link: <http://www.anii.org.uy/institucional/documentos-de-interes/22/documentos-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion/>.

Esta encuesta es la quinta edición para la industria manufacturera y la tercera en algunos rubros del sector servicios. En ella se recopila información general de las empresas, como la cantidad y la calificación del personal ocupado. Asimismo, proporciona información sobre el desempeño económico de las mismas, a través de variables como las ventas y la utilización de la capacidad instalada. En cuanto a las actividades de innovación, incluye el tipo de actividad de innovación realizada, el monto de la

inversión y la financiación para llevarlas a cabo, los recursos humanos dedicados a las mismas, las de información utilizadas y la vinculación con el sistema de innovación. Por otra parte, se consulta sobre los resultados que ha obtenido de las actividades de innovación y los obstáculos encontrados en el proceso. Por último, se recaba información referida a la organización del proceso de trabajo y a la realización de actividades vinculadas con la calidad. El universo de estudio de dicha encuesta, son todas las empresas con cinco o más personas ocupadas en promedio en el año 2012 o aquellas empresas cuyas ventas fueron mayores o iguales a 120 millones de pesos en ese mismo período (el equivalente a 6 millones de dólares americanos, al tipo de cambio vigente en 2012).

En la selección de los sectores a incluir en la encuesta, se tuvo en cuenta el hecho de considerar los subsectores intensivos en conocimiento, así como también incluir aquellos asociados con la estrategia de desarrollo económico de Uruguay. Esta selección hace que la encuesta no abarque todas las áreas del sector servicios. El peso de los subsectores que se consideraron representa aproximadamente el 63% del valor agregado bruto (VAB) y el 58% de los puestos ocupados del total del sector servicios del año 2010 (Tabla 2). La muestra teórica para el sector servicios fue de 1.348 empresas, de las que respondieron efectivamente 993.

**Tabla 2. VAB y puestos ocupados por subsector considerado en la EAAI 2010-2012.**

Descripción	VAB	% VAB	Ocupados	% Empleo
Suministro de electricidad, agua, gestión de desechos y actividades de saneamiento	26.390.029.597	12%	12.607	3%
Transporte y almacenamiento	30.132.769.725	14%	40.010	10%
Alojamiento y servicios de comida	7.645.859.618	4%	24.413	6%
Información y comunicación	22.793.231.065	11%	19.910	5%
Actividades profesionales, científicas y técnicas	6.757.865.062	3%	14.787	4%
Actividades administrativas y servicios de apoyo	13.719.710.623	6%	58.838	14%
Actividades relacionadas con la Salud humana	26.804.237.848	13%	66.328	16%
<b>Servicios seleccionados</b>	<b>134.243.703.538</b>	<b>63%</b>	<b>236.893</b>	<b>58%</b>
<b>Total servicios</b>	<b>212.741.169.163</b>	<b>100%</b>	<b>410.009</b>	<b>100%</b>

Fuente: INE. Encuesta de Actividad Económica 2010.

Como se observa en la Tabla 3, el porcentaje de estas empresas que invierten en I+D+i son sólo el 33,03% (más aún, en casi todos los subsectores, más de la mitad de las empresas no realizan este tipo de inversiones).

Para la selección de los datos a utilizar en este estudio, el primer filtro realizado fue trabajar con aquellas empresas que declararan realizar alguna actividad de innovación (328). En segundo lugar, se mantuvieron sólo las que efectivamente presentaran valores positivos en los inputs seleccionados (96 empresas), condición necesaria para estimar la eficiencia innovadora (es decir, se incluyen aquellas empresas que han realizado algún tipo de inversión en actividades de innovación). Finalmente, se depuraron las variables quitando los datos atípicos extremos, ya que como ha sido mencionado en la sección metodológica, por construcción el método DEA es muy sensible a la presencia de estos datos.

Los valores atípicos extremos se definen como aquellos que presentan valores mayores (menores) a 3 veces el rango intercuartílico respecto del último (primer) cuartil de la distribución de cada variable. De esta forma, se incluyeron finalmente en el análisis 75 empresas.

**Tabla 3. Empresas que invierten en I+D+i durante el período 2010-2012.**

Sector	Invierten	No invierten	Total
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	1	5	6
Suministro de agua; alcantarillado, gestión de desechos y actividades de saneamiento	8	8	16
Transporte y almacenamiento	62	183	245
Alojamiento y servicios de comida	19	90	109
Información y comunicación	73	70	143
Actividades profesionales, científicas y técnicas	51	87	138
Actividades administrativas y servicios de apoyo	56	158	214
Servicios sociales y relacionados con la Salud humana	58	64	122
<b>Total</b>	<b>328</b>	<b>665</b>	<b>993</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta de Actividades de Innovación en la Industria Manufacturera y Servicios seleccionados 2010-2012.

#### 4.2. Inputs y Outputs.

La selección de los inputs y outputs a incluir en la estimación de la eficiencia técnica innovadora de las empresas está basada en la literatura previa existente que relaciona inputs y outputs en el proceso de producción innovador, así como en la disponibilidad de información que proporciona la encuesta EAAI 2010-2012. La evidencia existente referente a los análisis de eficiencia innovadora, destaca al gasto en I+D y el personal en I+D como los inputs que han sido incorporados en los análisis de forma más frecuente (Khoshnevis & Teirlinck, 2017). Asimismo, otros trabajos destacan el rol del capital humano calificado de la empresa dentro del proceso innovador. Teniendo en cuenta información proporcionada en la EAAI, en este trabajo se optó por incluir las siguientes variables como inputs:

- **Inversión en innovación.** Se refiere a la inversión realizada durante el período 2010-2012 (en millones de pesos) en las siguientes actividades de innovación: I+D interna, I+D externa, adquisición de bienes de capital, adquisición de tecnologías de la información y la comunicación, transferencias de tecnología y consultorías, ingeniería y diseño industrial, diseño organizacional y gestión, capacitación y estudios de mercados.
- **Profesionales.** Hace referencia al número de empleados con formación universitaria de la empresa durante el período 2010-2012. Esta variable refleja el capital humano calificado de la empresa.
- **No profesionales.** Se refiere al número de empleados no profesionales durante el período 2010-2012. La variable incluye el número total de empleados no profesionales ya que no es posible distribuir el tiempo que cada uno de los trabajadores destina a la producción de productos y servicios innovadores. En un futuro, si se dispusiera de esta información, sería deseable llevar a cabo un análisis de sensibilidad para cuantificar el impacto que pudiera tener sobre la eficiencia innovadora de las empresas.



En cuanto a los outputs, existen diversas dimensiones incorporadas en los análisis previos: las patentes, el crecimiento de los ingresos, la cuota de mercado o la productividad (Khoshnevis & Teirlinck, 2017); la utilización de instrumentos de protección de la propiedad intelectual (Wang & Huang, 2007); y la cantidad de artículos publicados por investigadores (Aboal et al., 2015). Teniendo en cuenta la información proporcionada en la EAAI, en este trabajo, se optó por incluir los siguientes outputs:

- **Ventas de productos mejorados:** refleja los ingresos por venta al mercado interno de bienes o servicios mejorados 2010-2012 (en millones de pesos). Esta variable ha sido computada a partir del dato del porcentaje de ventas al mercado interno de productos nuevos o significativamente mejorados ya sea para la empresa o para el mercado. Dichos porcentajes se suman y se aplican al total de ingresos por venta de bienes y servicios del período 2010-2012 declarados por la empresa, obteniendo de esta forma, los ingresos por venta al mercado interno de bienes y servicios mejorados.
- **Métodos de protección:** refleja la cantidad de métodos de protección estratégica utilizados por la empresa durante el período 2010-2012. Esta variable se computa a partir del número de métodos que utiliza la empresa para proteger sus innovaciones, por ejemplo, el uso de patentes de invención, diseños industriales, modelos de utilidad, marcas, indicaciones geográficas, derechos de autor y conexos, secreto industrial, contratos de confidencialidad. También incluye los siguientes mecanismos de protección: llegar primero al mercado, escala, complejidad del diseño, segmentación del proceso o controlar las redes de distribución. Resulta necesario incluir esos últimos mecanismos ya que las patentes por sí solas no serían un buen indicador de las actividades de innovación en Uruguay (Aboal et al., 2015).

En la siguiente tabla se presentan los principales estadísticos descriptivos de los inputs y outputs seleccionados.

**Tabla 4. Estadística descriptiva de inputs y outputs.**

<b>Variable</b>	<b>Obs.</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Típ.</b>	<b>Min</b>	<b>Máx</b>
<b>Inversión (millones de pesos)</b>	75	8,13	11,12	0,01	48,01
<b>Profesionales</b>	75	43,04	58,76	2,33	309,81
<b>No profesionales</b>	75	197,89	232,10	5,43	1.397,67
<b>Ventas productos mejorados (millones de pesos)</b>	75	149.824	303.210	0,53	1.220.000
<b>Métodos de protección</b>	75	3,01	1,71	1,00	10,00

Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta de Actividades de Innovación en la Industria Manufacturera y Servicios seleccionados 2010-2012.

Vale la pena recordar uno de los supuestos básicos del modelo DEA, la monotonicidad. Es decir, si se incrementa la cantidad de inputs para una DMU, entonces se espera obtener la misma cantidad o más de outputs que en la situación anterior (Coelli et al., 2005). En la Tabla 5 se muestran las correlaciones bivariadas entre los inputs y los outputs seleccionados donde se comprueba el cumplimiento de la hipótesis de monotonicidad para las variables seleccionadas.

**Tabla 5. Correlaciones bivariadas entre inputs y outputs.**

Variable	Inversión	Profesionales	No profesionales
Ventas	0,20**	0,47 *	0,15
Métodos de protección	0,05	0,43 *	0,08

Nota: N = 75 // \* Correlación significativa al 5%. \*\* Correlación significativa al 10%.

Fuente: Elaboración propia en base a la Encuesta de Actividades de Innovación en la Industria Manufacturera y Servicios seleccionados 2010-2012.

### 4.3. Variables contextuales.

Las variables contextuales son aquellas que no son esenciales en la función de producción de la empresa, pero que podrían afectar el nivel de eficiencia en la innovación de las empresas y para las que interesa explorar su asociación con los índices de eficiencia estimados.

Nuevamente, siguiendo a la literatura existente y a la disponibilidad de información de la EAAI, en este trabajo se consideran las siguientes variables:

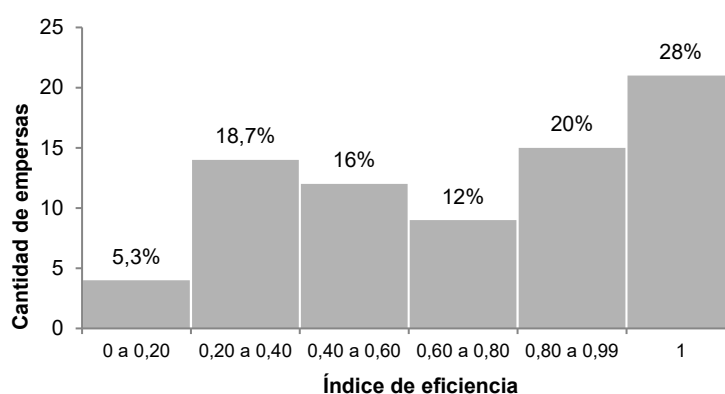
- Subsector productivo de la empresa: se refiere al subsector dentro del área de servicios a la que pertenece la empresa. Se consideran los siguientes subsectores: suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado, suministro de agua; alcantarillado, gestión de desechos y actividades de saneamiento, transporte y almacenamiento, alojamiento y servicios de comida, información y comunicación, actividades profesionales, científicas y técnicas, actividades administrativas y servicios de apoyo, servicios sociales y relacionados con la salud humana.
- Tamaño de la empresa: se realiza una categorización de acuerdo a la cantidad de personal ocupado en la empresa: micro empresa (entre 1 y 4 empleados), pequeña empresa (entre 5 y 19 empleados), empresa mediana (entre 20 y 99 empleados) y empresa grande (más de 99 empleados).
- Apoyo del Estado para la financiación de las actividades de innovación: variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa ha solicitado apoyo estatal, ya sea mediante exoneraciones fiscales, subsidios o créditos. En la EAAI se pregunta también si la empresa ha recibido efectivamente la ayuda solicitada. Sin embargo, dicha variable presentaba la mayoría de valores perdidos y, por tanto, no fue posible incluirla. Por este motivo, se decidió incluir la solicitud de Apoyo del Estado.
- Cooperación con otras empresas: variable dicotómica que toma valor 1 si existe algún tipo de acuerdo en el que se comparten capacidades y/o recursos entre dos o más empresas independientes con el fin de aumentar sus ventajas competitivas.
- Participación en redes: variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa participa en alguna red. La interacción entre empresas facilita el acceso a experiencias y conocimientos complementarios, con el fin de obtener ciertos objetivos en común.
- Actividad de innovación realizada: relativa al tipo de actividad de innovación que realizó la empresa. Se consideran las siguientes actividades: I+D interna, I+D externa, adquisición de bienes de capital, adquisición de TICs, transferencias de tecnología y consultorías, ingeniería y diseño industrial, diseño organizacional y gestión, capacitación y estudios de mercado.
- Tipo de innovación obtenida: se refiere al tipo de innovación que obtiene al realizar la actividad de innovación. Se consideran los siguientes tipos: innovación en producto, innovación en proceso, innovación en organización e innovación en comercialización.

## 5. Resultados.

El Gráfico 1 y la Tabla 6 muestran la distribución y los principales descriptivos de los índices de eficiencia estimados a partir del modelo DEA orientado al output y con rendimientos variables a escala. Las estimaciones se realizaron con el programa DEA Shiny (<https://deamh.shinyapps.io/DEASHINY/>)

De las empresas analizadas, un 28% son eficientes, es decir, están aprovechando al máximo los recursos invertidos en innovación. La eficiencia innovadora promedio es de 0,69, lo que significa que la mejora promedio potencial de los resultados en materia de innovación de las empresas del sector servicios analizadas asciende a 44,5%.

**Gráfico 1. Distribución de los índices de eficiencia innovadora.**



Fuente: Elaboración propia a partir de la EAAI 2010-2012.

**Tabla 6. Estadísticos descriptivos de los índices de eficiencia estimados.**

Estadísticos descriptivos	
Mínimo	0,140
Máximo	1,000
Media	0,692
Mediana	0,719
Desviación Standard	0,289

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los factores asociados a la eficiencia innovadora de las firmas del sector servicios, en la Tabla 7, se presenta la distribución de los índices de eficiencia, según cada variable contextual. Los resultados de este análisis comparativo deben ser interpretados con cautela, ya que la cantidad de empresas incluidas en el análisis para las que se disponía de información es relativamente pequeña. Asimismo, al trabajar con un modelo no paramétrico no es posible realizar un contraste de medias estadístico entre los subgrupos analizados para estudiar la significatividad de las diferencias.

El subsector que presenta más ineficiencia técnica innovadora es el sector de ‘Servicios sociales y relacionados con la Salud humana’, donde las empresas podrían aumentar su producción innovadora en un 61,5% en promedio, teniendo en cuenta los recursos actualmente invertidos.

**Tabla 7. Distribución de la eficiencia según variable contextual.**

Variable contextual	Nº de Obs.	Índice de Eficiencia	Desv. Standard
<b>Subsector productivo</b>			
Actividades administrativas y servicios de apoyo	12	0,721	0,299
Actividades profesionales, científicas y técnicas	20	0,709	0,311
Información y comunicación	27	0,688	0,276
Servicios sociales y relacionados con la Salud humana	5	0,619	0,383
Transporte y almacenamiento	9	0,653	0,275
Otras*	2	0,752	0,350
<b>Tamaño</b>			
Pequeña	9	0,811	0,248
Mediana	46	0,626	0,305
Grande	20	0,789	0,226
<b>Solicitó apoyo al Estado</b>			
No	54	0,712	0,296
Si	21	0,641	0,269
<b>Realizó acuerdos de cooperación</b>			
No	43	0,690	0,319
Si	32	0,694	0,247
<b>Participó en redes</b>			
No	40	0,663	0,313
Si	35	0,725	0,259
<b>Actividad de innovación realizada</b>			
I+D interna	44	0,644	0,278
I+D externa	16	0,732	0,257
Adquirió bienes de capital	30	0,694	0,297
Adquirió tics	42	0,685	0,266
Transferencias de tecnología y consultorías	8	0,635	0,315
Ingeniería y diseño industrial	10	0,747	0,244
Diseño organizacional y gestión	18	0,710	0,290
Capacitación	46	0,667	0,302
Estudios de mercado	13	0,673	0,303
<b>Tipo de innovación obtenida</b>			
Innovación en producto	70	0,684	0,290
Innovación en proceso	41	0,707	0,285
Innovación en organización	27	0,681	0,298
Innovación en comercialización	24	0,806	0,278

Nota: \*Otros incluye: Alojamiento y servicios de comida y Suministro de agua; alcantarillado, gestión de desechos y actividades de saneamiento (excluyendo las Divisiones 37 y 39)

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar los resultados de la estimación de la eficiencia por tamaño de la empresa, se observa que las más ineficientes son las de tamaño mediano. Estas empresas podrían aumentar su producción

innovadora en casi un 60% en promedio, dados los recursos que tienen disponibles. Este margen se reduce a menos de la mitad para el caso de las empresas pequeñas y grandes, alcanzando el 24% y 27% respectivamente. Por tanto, si bien el tamaño de la empresa afecta a la decisión de invertir en innovación (Crépon et al., 1998; Dutrénit et al., 2013; Aboal et al., 2015), una vez realizada la inversión no parece haber una relación clara entre el tamaño de la empresa y su eficiencia innovadora.

En cuanto a la solicitud de apoyo estatal para financiar las actividades de innovación, del análisis realizado se desprende que, en promedio, fueron más eficientes quienes no solicitaron dicho apoyo. Estas empresas podrían aumentar su producción innovadora en un 40% en promedio, dados los recursos que tienen disponibles. Un punto a tener en cuenta es que las empresas que no solicitaron apoyo, en su mayoría argumentaron no haberlo solicitado por desconocimiento de ese instrumento de apoyo y en menor cantidad debido a dificultades burocráticas. Además, esta variable refiere solo a la solicitud de apoyo sin distinguir si la empresa efectivamente recibió o no el apoyo para la financiación de las actividades de innovación.

Por el lado de los acuerdos de cooperación con otras empresas, *a priori*, no parece ser un diferencial en el nivel de eficiencia obtenido. En ambos casos, tanto las empresas que realizaron acuerdos de cooperación como las que no realizaron, podrían mejorar los resultados en materia de innovación aproximadamente en un 44% sin modificar los recursos invertidos. Dentro de las empresas que realizaron acuerdos, la mayoría se dio en el área de comercialización y para el desarrollo conjunto de tecnología. Si bien los resultados sugieren que la eficiencia técnica no parece verse alterada por la cooperación con otras empresas, sí podría tener un impacto positivo a la hora de decidir invertir en innovación (Aboal et al., 2015).

De forma contraria a la variable mencionada anteriormente, la participación en redes con otros agentes, sí parece ser un aspecto positivo a la hora de analizar la eficiencia técnica. La mayoría de estas empresas adquirieron conocimientos empresariales y tecnológicos a través de la red que integran, obteniendo un nivel de eficiencia de 0,725. Por otro lado, aquellas empresas que no participaron en redes presentan un nivel de eficiencia de 0,663, por lo que, en promedio, podrían mejorar sus resultados en materia de innovación en un 51%. Este resultado está en línea con lo mencionado por Ahuja (2000) ya que los vínculos con otros agentes influyen positivamente en la producción de innovación.

En cuanto al tipo de actividad innovadora realizada, los resultados señalan que la capacitación fue la actividad de innovación realizada por la mayoría de las empresas y que dichas empresas podrían aumentar sus resultados en materia de innovación en un 50%. Por otro lado, el nivel más alto de eficiencia promedio fue obtenido por las empresas que realizaron ingeniería y diseño industrial como actividad de innovación. De forma contraria, la actividad que se asocia con una mayor ineficiencia es la transferencia de tecnología y consultoría, seguida de I+D interna.

Por último, el tipo de innovación más frecuente en el sector servicios, es la innovación en producto, realizada por casi el 93% de las empresas. Dichas firmas, en promedio, podrían aumentar la producción en materia de innovación en un 46% dados los recursos disponibles. Resultados similares se encuentran para el caso de empresas que han innovado en procesos o en organización. Estos resultados están en línea con lo encontrado por Cassoni y Ramada-Sarasola (2010), quienes destacan el bajo grado de eficiencia de las firmas innovadoras en producto. Por otra parte, las empresas que realizaron innovación en comercialización, realizando cambios en la metodología de ventas y en la comunicación con los clientes, son las que mayor eficiencia en promedio presentan (0,81). Sin embargo, esta modalidad de innovación es la menos frecuente en el sector servicios.

## 5. Conclusiones.

Desde hace ya varios años, el sector terciario se ha extendido, logrando una participación destacada en el PIB de Uruguay. En vista de esto, las empresas de este sector deben estar preparadas para adaptarse a los cambios apoyándose en la continua introducción de innovaciones. Asimismo, es de crucial importancia utilizar eficientemente los recursos invertidos en estas actividades, es decir, aprovecharlos al máximo ya que las mismas requieren de inversiones sustantivas. Por ello, las empresas deben estar alerta a la relación existente entre los resultados que obtienen y los recursos utilizados, lo que incentiva la necesidad de llevar a cabo evaluaciones de eficiencia en este sector de la economía.

Concretamente en el análisis de la eficiencia técnica innovadora realizado para las 75 empresas de servicios seleccionadas de Uruguay, los resultados muestran que existe un margen sustantivo de mejora en la producción innovadora. En promedio, las empresas analizadas podrían aumentar la producción en materia de innovación en un 44,5% con los recursos que ya invierten. Es decir, reorganizando y modificando los procesos de producción actuales. Este hecho se complementa con lo expuesto por Cassoni y Ramada-Sarasola (2010), quienes sugieren que las empresas deberían de recibir apoyo para mejorar sus procedimientos internos antes de enfocarse en la realización de una nueva actividad de innovación.

Cuando se estudia la distribución de la eficiencia innovadora de las empresas incluidas en el análisis según tamaño, se encuentra que las empresas medianas presentan mayor ineficiencia que las pequeñas y grandes. De la misma forma, las empresas que no solicitaron apoyo estatal para financiar las actividades de innovación muestran un mayor nivel de eficiencia que aquellas que sí lo solicitaron (independientemente de si lo obtuvieron o no). Por otro lado, la cooperación entre empresas no presenta relación con el nivel de eficiencia innovadora. Sin embargo, los resultados parecen sugerir que aquellas empresas que participaron en redes obtienen valores de eficiencia promedio mayores. De la misma manera, al analizar los resultados según el tipo de actividad de innovación realizada, el nivel más alto de eficiencia promedio fue obtenido por las empresas que realizaron actividades de ingeniería y diseño industrial. Asimismo, las empresas que realizaron innovación en comercialización son las que mayor eficiencia en promedio presentan.

En relación a lo anterior, cabe señalar que los resultados alcanzados en este estudio ponen en evidencia la existencia de áreas de oportunidad para profundizar en el conocimiento e investigación sobre la innovación en el sector de servicios. Estos resultados pueden ser de interés tanto para los responsables del área de innovación de las empresas, como para las instituciones que brindan apoyo en materia de innovación (como la ANII), ya que les permite tener otra visión del desempeño innovador y de esta manera poder mejorar la elección de la estrategia innovadora a seguir por las empresas.

Por último, es importante destacar las principales limitaciones del trabajo, así como algunas futuras líneas de investigación. En primer lugar, debido a la calidad de la base de datos y a la baja propensión innovadora de las empresas, los resultados se refieren solamente al subconjunto de 75 empresas seleccionadas para este trabajo. Estas empresas no son necesariamente representativas de la muestra de empresas de servicios que respondió la encuesta, sino de aquellas que efectivamente realizaron alguna inversión en innovación y obtuvieron al menos un producto innovador. Es por este motivo que los resultados deben ser interpretados con mucha cautela, ya que podrían variar si se utilizara otra muestra del sector servicios, o si se tuviera disponibilidad sobre otras variables relacionadas a los inputs y outputs del proceso innovador. En segundo lugar, es importante mencionar que el análisis presentado es estático ya que se obtiene el nivel de eficiencia en el período considerado, pero no se cuenta con una evolución en el tiempo de la misma. Si bien el período analizado considera los datos de tres años consecutivos, puede haber cierto desfase entre el momento en el que se realiza la actividad de innovación y la obtención del resultado de la misma, por lo que el retardo temporal de las innovaciones puede considerarse como una limitación del trabajo.

Como consecuencia de estas limitaciones, las conclusiones de este estudio deben entenderse como una primera aproximación a la temática de la eficiencia innovadora de las empresas que operan

en el sector servicios en Uruguay. Por lo tanto, sería necesario desarrollar más investigación en esta línea en diferentes direcciones. En primer lugar, sería interesante indagar sobre la eficiencia técnica de cada subsector del sector servicios. Es decir, explorar las fuentes de ineficiencia específicas de cada rama y asimismo poder estimar el gap tecnológico entre los diferentes subsectores. Este análisis brindaría un aporte complementario para el diseño de políticas y para el control de los recursos asignados a cada subsector en particular. Para ello, sería necesario disponer de un mayor número de empresas innovadoras en cada subsector.

En segundo lugar, del análisis se desprende que la innovación es un proceso complejo que abarca múltiples agentes, instituciones y variables. Por lo que para comprender por qué una empresa tiene un desempeño innovador pobre, es necesario considerar diversos aspectos. Es por este motivo que, para enriquecer el análisis, sería interesante poder contar con información más detallada de las empresas, así como también información sobre la vinculación con otras instituciones relacionadas a la innovación. Asimismo, es preciso trabajar para mejorar la recolección y estandarización de los datos sobre innovación para poder realizar comparaciones del sector servicios a nivel internacional. Finalmente, sería interesante actualizar este estudio con la última encuesta de innovación llevada a cabo por la ANII para el período 2012-2015, intentando analizar el cambio en la productividad utilizando datos de panel.

En cuanto a las medidas del desempeño innovador, si bien el gasto en I+D es uno de los indicadores más conocidos como medida del esfuerzo que realizan los agentes para innovar, pueden existir otros indicadores aún no utilizados que aporten otra medida del esfuerzo innovador. Por ejemplo, sería interesante disponer de información de cómo incorporan al proceso innovador el conocimiento y tecnología obtenida en el extranjero. En este sentido, en línea con lo comentado por Cassoni y Ramada-Sarasola (2010), sería recomendable desarrollar herramientas e indicadores que midan el grado de innovación que realiza la empresa, observando no solamente la inversión en I+D, sino también incorporando la inversión en capital y capacitación.

## Agradecimientos

Nuestra investigación fue apoyada por la UdelaR - CSIC, proyecto GIDE. Los autores desean agradecer a los participantes del seminario GIDE por proporcionar comentarios útiles y constructivos sobre versiones anteriores de este artículo. Queremos agradecer a los editores y a dos revisores anónimos por sus comentarios y sugerencias, que mejoraron la calidad de este trabajo.

## Referencias

- Aboal, D., & Garda, P. (2016). Technological and non-technological innovation and productivity in services vis-à-vis manufacturing sectors. *Economics of Innovation and New Technology*, 25(5), 435-454.
- Aboal, D., Garda, P., Lanzilotta, B., & Perera, M. (2015a). Does Innovation Destroy Employment in the Services Sector? Evidence from a Developing Country. *Emerging Markets Finance and Trade*, 51(3), 558-577.
- Aboal, D., Angelelli, P., Crespi, G., López, A., Vairo, M., & Pereschi, F. (2015b). Innovación en Uruguay: diagnóstico y propuestas de políticas. *Documento de Trabajo*, 11. Recuperado de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=4728301&pid=S0718-2724201700030000900001&lng=es](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=4728301&pid=S0718-2724201700030000900001&lng=es)

- Ahuja, G. (2000). Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study. *Administrative Science Quarterly*, 45(3), 425-455.
- Álvarez, R., & Crespi, G. (2003). Determinants of technical efficiency in small firms. *Small Business Economics*, 20(3), 233-244.
- ANII (2015). V Encuesta de Actividades de Innovación en la Industria manufacturera y Servicios Seleccionados 2010-2012. *Colección Indicadores y Estudios* n° 9. Montevideo, Uruguay, 2015.
- Bae, Y., & Chang, H. (2012). Efficiency and effectiveness between open and closed innovation: empirical evidence in South Korean manufacturers. *Technology Analysis & Strategic Management*, 24(10), 967-980.
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- Cassoni, A., & Ramada-Sarasola, M. (2010). Innovation, R&D investment and productivity: Uruguayan manufacturing firms. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1818742>.
- Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E. (1981). Evaluating program and managerial efficiency: an application of data envelopment analysis to program follow through. *Management Science*, 27(6), 668-697.
- Chataway, J., Hanlin, R., & Kaplinsky, R. (2014). Inclusive innovation: an architecture for policy development. *Innovation and Development*, 4(1), 33-54.
- Coelli, T.J., Rao, D.S.P., O'Donnell, C. J., & Battese, G.E. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. New York: Springer Science & Business Media. DOI: 10.1007/b136381.
- Crépon, B., Duguet, E., & Mairessec, J. (1998). Research, Innovation And Productivity: An Econometric Analysis At The Firm Level. *Economics of Innovation and New Technology*, 7(2), 115-158.
- Crespi, G., & Zuñiga, P. (2012). Innovation and productivity: evidence from six Latin American countries. *World Development*, 40(2), 273-290.
- Díaz-Balteiro, L., Herruzo, A.C., Martínez, M., & González-Pachón, J. (2006). An analysis of productive efficiency and innovation activity using DEA: An application to Spain's wood-based industry. *Forest Policy and Economics*, 8(7), 762-773.
- Dutrénit, G., De Fuentes, C., Santiago, F., Torres, A., & Gras, N. (2013). *Innovation and productivity in the service sector: The case of Mexico*. Discussion Paper, num. IDB-DP-293, Washington. Recuperado de



<https://publications.iadb.org/publications/english/document/Innovation-and-Productivity-in-the-Service-Sector-The-Case-of-Mexico.pdf>

- Emrouznejad, A., & Yang, G.L. (2018). A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978-2016. *Socio-Economic Planning Sciences*, 61, 4-8.
- Farrell, M.J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253-290.
- Gijbels, I., Mammen, E., Park, B.U., & Simar, L. (1999). On estimation of monotone and concave frontier functions. *Journal of the American Statistical Association*, 94(445), 220-228.
- Griliches, Z. (1973). Research expenditures and growth accounting. In *Science and technology in economic growth* (pp. 59-95). UK: Palgrave Macmillan.
- Khoshnevis, P., & Teirlinck, P. (2017). Performance evaluation of R&D active firms. *Socio-Economic Planning Sciences*, 61, 16-28.
- Kneip, A., Park, B.U., & Simar, L. (1998). A note on the convergence of nonparametric DEA estimators for production efficiency scores. *Econometric Theory*, 14(6), 783-793.
- Kneip, A., Simar, L., & Wilson, P.W. (2008). Asymptotics and consistent bootstraps for DEA estimators in nonparametric frontier models. *Econometric Theory*, 24(6), 1663-1697.
- Kneip, A., Simar, L., & Wilson, P.W. (2011). A computationally efficient, consistent bootstrap for inference with non-parametric DEA estimators. *Computational Economics*, 38(4), 483-515.
- Lundvall, B.Å. (Ed.). (2010). *National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning* (Vol. 2). London: Anthem press.
- Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, 31(2), 247-264.
- Malerba, F. (2003). Sectoral systems and innovation and technology policy. *Revista Brasileira de Inovação*, 2(2), 329-375.
- Malerba, F. (Ed.). (2004). *Sectoral systems of innovation: concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Malerba, F., & Mani, S. (Eds.). (2009). *Sectoral systems of innovation and production in developing countries: actors, structure and evolution*. Northampton, USA: Edward Elgar Publishing.
- Malerba, F., & Nelson, R. (2011). Learning and catching up in different sectoral systems: evidence from six industries. *Industrial and corporate change*, 20(6), 1645-1675.
- Malerba, F., & Nelson, R. (Eds.). (2012). *Economic development as a learning process: Variation across sectoral systems*. Northampton, USA: Edward Elgar Publishing.

Terleckyj, N.E. (1974). *Effects of R&D on the productivity growth of industries: an exploratory study* (No. 140). Washington, DC: National Planning Association.

Wang, E.C., & Huang, W. (2007). Relative efficiency of R&D activities: A cross-country study accounting for environmental factors in the DEA approach. *Research Policy*, 36(2), 260-273.



## Efectividad de la gestión en las universidades, desde modelos de percepción de calidad de estudiantes: el modelo de la Universidad Bernardo O'Higgins

RUFF ESCOBAR, CLAUDIO

Universidad Bernardo O'Higgins (Santiago de Chile)\*

Correo electrónico: [cruff@ubo.cl](mailto:cruff@ubo.cl)

RUIZ TOLEDO, MARCELO\*

Correo electrónico: [mrui@ubo.cl](mailto:mrui@ubo.cl)

MATHEU PÉREZ, ALEXIS\*

Correo electrónico: [alexis.matheu@ubo.cl](mailto:alexis.matheu@ubo.cl)

JUICA MARTÍNEZ, PAOLA\*

Correo electrónico: [paola.juica@ubo.cl](mailto:paola.juica@ubo.cl)

ANABALÓN ARENAS, GERARDO\*

Correo electrónico: [gerardo.anabalon@ubo.cl](mailto:gerardo.anabalon@ubo.cl)

### RESUMEN

La calidad en la educación es un tema recurrente en esta sociedad donde la formación de profesionales competentes es un elemento esencial frente a las crecientes demandas del mercado. La competitividad, dada por la multivariabilidad de ofertas educativas, junto con el rol histórico que tienen las universidades como gestoras de conocimiento, impulsa a las universidades a centrarse en un proceso permanente de reflexión y análisis acerca del cumplimiento de sus objetivos institucionales y del grado de efectividad medido en la satisfacción de sus principales clientes, es decir, sus estudiantes. En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo otorgar información para establecer prioridades de gestión financiera e institucional desde el grado de satisfacción de los estudiantes de la Universidad Bernardo O'Higgins aplicando la metodología de modelación de ecuaciones factoriales, buscando relaciones entre diferentes áreas de satisfacción, con métodos multivariados como el análisis factorial. Se ha empleado el método de consistencia interna basado en la medida KMO y la prueba de esfericidad de Bartlett. Finalmente, el estudio ha logrado modelar un sistema derivado del comportamiento de respuestas de estudiantes y docentes.

**Palabras clave:** calidad, efectividad, evaluación, educación superior, cultura de servicio, encuesta de satisfacción.

**Clasificación JEL:** I23; C02.

**MSC2010:** 62; 62P20.

Artículo recibido el 24 de septiembre de 2019 y aceptado el 26 de enero de 2020.

# Effectiveness of management in the universities, from models of perception of student quality: the model of the University Bernardo O'Higgins

## ABSTRACT

Quality in education is a recurring theme in this society where the training of competent professionals is an essential element for their progress and development in the face of growing market demands. The competitiveness given by the multivariety of educational offerings, together with the historical role of universities as knowledge managers, drives universities to focus on a permanent process of reflection and analysis about the fulfillment of their institutional objectives and the degree of effectiveness measured in the satisfaction of their main clients, that is, their students. In this context, this research aims to establish priorities for financial and institutional management from the degree of satisfaction of university students at Bernardo O'Higgins University by applying the methodology of modeling structural equations, based on variances, seeking relationships between different areas of satisfaction, with multivariate methods factorial analysis. For these purposes, the internal consistency method based is given by the average of the correlations between the items in order to estimate the reliability of his instrument. Finally, it should be pointed out that the study has managed to model a system derived from the response behaviour of students and teachers at the Universidad Bernardo O 'Higgins.

**Keywords:** quality, effectiveness, evaluation, higher education, service culture, satisfaction survey.

**JEL classification:** I23; C02.

**MSC2010:** 62; 62P20.



## 1. Introducción.

Si se reflexiona acerca de la esencia del paradigma actual, entre los conceptos que desfilan como connaturales de esta sociedad se destacan el valor del derecho y el requerimiento de calidad en los servicios. Este hecho se traduce en que hoy, más que antaño, existe una mayor conciencia de lo que es demandable y exigible a nivel social.

El sistema educativo no ha estado exento de estos requerimientos, ya que es constantemente interpelado a evidenciar su desempeño en el marco de los estándares de calidad, no solo en lo que alude al cumplimiento de sus macroobjetivos institucionales, sino en la efectividad de todos y cada uno de sus servicios. El desafío radica entonces en poder generar a nivel institucional, mecanismos de medición de la calidad de sus servicios capaces de recopilar y analizar información, suficiente y fidedigna de la realidad institucional, en todos sus niveles y desde este conocimiento, sustentar las políticas y las estrategias de acción necesaria en favor de la efectividad de sus servicios (Cabrera, 2005; Lepeley, 2001).

En este nuevo escenario social, las universidades son, como han sido siempre, hitos culturales para las naciones (Salmi, 2009). Es así como, han asumido como parte de sus funciones, la promoción de la calidad, ya que se espera que ellas sean garantes en la construcción de sociedades de conocimiento, comprometidas, a nivel global y local, en potenciar el desarrollo cultural, político, social y económico de las naciones. De esta manera, el crear universidades eficientes y competitivas, impulsadas por el conocimiento, ayuda a los países a su crecimiento, ya que, “la aplicación del conocimiento da lugar a formas más eficientes de producir bienes y servicios, y de suministrarlos de una manera más eficaz, a un menor costo y a un mayor número de personas” (Salmi, 2009, p. 16).

Una de las maneras que han encontrado los organismos de educación, especialmente, las universidades, para medir la calidad de sus servicios son las denominadas “encuestas de satisfacción” donde sus propios estudiantes son interpelados a manifestarse con respecto a una serie de temas importantes acerca del sistema de formación, aspectos de gestión, administrativos, servicios básicos, entre otros (Blanco-Guillermety & Blanco-Peck, 2018; Beltyukova & Fox, 2002).

Este mecanismo de medición de calidad sitúa como base fundamental la interacción humana y la opinión de las personas, ya que genera los espacios libres de participación, con el propósito de conocer y entender la percepción de los mismos estudiantes acerca de los procesos que viven. Esto humaniza y democratiza el sistema ya que se aquilata la valoración de los propios protagonistas del proceso de formación. Cabe destacar que este hecho, en el caso de la educación, complementa y trasciende los términos empresariales de “proveer servicios” para la “satisfacción del cliente”, entendiendo que éste, es decir, el estudiante, forma parte y es actor de su propio desarrollo y el de la institución que ha elegido y a la que se ha adscrito (Gaitán & López, 1999). En otras palabras, “la medición del grado de satisfacción de los estudiantes clientes es uno de los indicadores utilizados para medir calidad de servicios, retener a los alumnos y desarrollar un ambiente democrático” (Blanco-Guillermety & Blanco-Peck, 2018, p. 128).

Junto con el incremento explosivo de la demanda por calidad en la educación, se advierte el hecho de que, en consecuencia con lo antes descrito, la educación ha debido ingresar al “mercado competitivo” lo que la obliga a medirse con otros competidores donde el prestigio y la tradición desempeña un rol preponderante (Arambewela & Hall, 2006).

Según estas nuevas exigencias, el constituirse como una fuerza competitiva dentro del mercado requiere de las universidades la generación de un ambiente orientado al servicio, que motive a la propia institución a una investigación exhaustiva, acompañada de una profunda reflexión acerca de sus propios procesos, a saber:

Las universidades que aspiran a mejores resultados se comprometen a evaluar de una manera objetiva sus fortalezas y las áreas que necesitan mejorar, a establecer nuevos objetivos, y a diseñar

y poner en práctica un plan de renovación que pueda conducir a un mejor desempeño de su misión. (Salmi, 2009, p. 67)

Lo descrito implica cultivar una “cultura de servicio” que considere aspectos importantes como, asegurar que la variedad de los programas educativos que ofrece al mercado responde a las demandas sociales y que certifique que sus profesionales egresados y titulados cuenten con las competencias declaradas en el perfil de sus carreras; asimismo, que puedan ser empleados y logren un buen desempeño en el ejercicio de sus profesiones. De esta manera, este cambio de enfoque que promueve una mirada de la educación como un servicio hace pertinente la evaluación de las necesidades de sus clientes-estudiantes en vínculo con las necesidades sociales del mundo laboral (Chung & McLarney, 2000).

Es significativo destacar que este nuevo enfoque invita a las universidades a una transformación estratégica e innovadora y a persistir en sus esfuerzos por ser eficientes y oportunas en responder a las necesidades de sus estudiantes (Salmi, 2009).

Un factor sustancial a considerar en todo momento es que estas transformaciones no pueden responder a fórmulas de acciones estandarizadas ya que cada institución debe reconocer a la diversidad de sus estudiantes y actuar según su propio modelo de educativo, bajo una continua evaluación que oriente sus procesos.

## **2. Calidad y educación.**

Desde su génesis el concepto de calidad está relacionado con la oferta de productos; sin embargo, hoy en día este término es aplicable a muchas áreas, incluyendo la educación. Por lo señalado se concibe que medir la calidad de un producto es tanto más fácil que medir la calidad de un servicio, entendiendo esta significación como cualquier acción para satisfacer las necesidades un cliente (Vázquez et al., 2017). Por esta razón, el consensuar qué se comprende por calidad en los servicios es una labor difícil, más aún cuando se enmarca en el ámbito de la educación superior, ya que la calidad en los servicios educativos es un constructo de naturaleza multidimensional, un valor intangible y abstracto (Mejías et al., 2013). Además, se basa en elementos que diferencian al servicio tales como; su intangibilidad, su diversidad, inseparabilidad y caducidad (Parasuraman et al., 1985).

A modo de consenso, en educación se entiende por calidad de servicio como “aquellas acciones o actividades que se reflejan en la conformidad y la satisfacción que experimenta la comunidad académica sobre los diferentes servicios prestados por ésta” (Vázquez et al., 2017, p. 74).

Por otro lado, Parasuraman et al. (1985) señalan que la calidad de servicio es entendida como la discrepancia entre lo que el cliente percibe como “calidad del servicio” y las “expectativas” que tenía de él. Esta definición tiene un enfoque perceptivo (Grönroos, 1994) que avala el sistema de encuestas de satisfacción o “SERVQUAL” (Parasuraman et al., 1985; Salvador, 2010).

Existen diferentes puntos de vista sobre la valoración que se puede realizar sobre las encuestas de satisfacción como instrumentos para medir calidad. Las principales críticas a esta herramienta de evaluación apuntan justamente a su subjetividad dada por su enfoque perceptivo. Sin embargo, otros autores como Shekarchizadeh et al., (2011) y Mejías et al. (2013) aseguran que este método es eficaz en tanto que evidencia información de calidad.

Algunos elementos que señala la literatura como indicadores o variables de satisfacción estudiantil son: sentido de pertenencia e identificación con la institución, compromiso y preocupación por los estudiantes, calidad de los programas, ayudas económicas, apoyo académico, efectividad en el proceso de matrícula, seguridad, actividades sociales y de integración, ambiente universitario, labor

académica y administrativa, servicios computacionales, casino, biblioteca, entre otros (Blanco-Guillermety & Blanco-Peck, 2018).

De esta manera, el concepto de calidad en educación superior se puede traducir a indicadores que son propuestos por diferentes autores como percepciones de calidad de servicio. Entre ellos, los que guardan relación con aspectos académicos como la calidad en la enseñanza y competitividad de los docentes, su actitud y vínculo con los alumnos, metodologías de aula (Capelleras & Veciana, 2004; LeBlanc & Nguyen, 1997; Camisón, Gil & Roca, 1999). Otros que se relacionan con el currículum, los programas de estudio, los recursos académicos, la titulación oportuna (LeBlanc & Nguyen, 1997; Owlia & Aspinwall, 1996). Finalmente, los de índole administrativo, de equipamiento, localización, seguridad, servicios de asesoramiento, actividades sociales, entre otros (Kwan & Ng, 1999; Joseph & Joseph, 1997; Bigné et al., 1997).

## **2.1. Modelos de evaluación de calidad.**

En términos de evidencias, el proceso de acreditación se yergue como garantía de calidad ya que ella ha dado fin a la parcialización y aislamiento de las universidades en términos de evaluación de sus procesos y ha unificado y externalizado los criterios y la labor de medición, más aún en el caso de países como Chile cuya financiación está supeditada a los mecanismos de acreditación (De la Fuente et al., 2010).

Entre los modelos de la evaluación de calidad se distinguen aquellos que enfatizan y priorizan los programas académicos por la estructura y los servicios administrativos; otros, enmarcados en los procesos de acreditación y rendición de cuentas, frente a los modelos sistémicos que consideran a las universidades dentro del sistema social. Por otra parte, el modelo global pone atención a los resultados obtenidos en relación con los objetivos institucionales y el modelo etnográfico construye una descripción científica de los procesos educacionales (Morresi et al., 2008). Ante estas propuestas que ofrece la literatura como aplicables para medir la calidad de una institución de educación superior, se destacan algunos elementos de análisis comunes, tales como el valor del recurso humano, medido en el nivel de independencia y autonomía que tienen sus profesores para ejercer la labor docente, lo que, según Mintzberg et al. (1991) constituye un riesgo porque no existe ningún control de lo que en términos medibles el docente decide hacer en favor de la formación de sus alumnos y del desarrollo de la institución, grado de adaptabilidad a los cambios, flexibilidad para enfrentar los nuevos desafíos acogiendo la innovación y los avances en la tecnología.

Los modelos de docencia, centrados en el estudiante y avalados en una estructura organizativa que permita la modificación de los roles, estimulando el protagonismo de los educandos, a través del control del ejercicio pedagógico en miras de la autonomía y autorregulación.

Una evaluación de rendimiento que acrediten la calidad de la enseñanza determinada por la calidad docente (Blanco-Guillermety, & Blanco-Peck, 2018).

Basándose en lo señalado se puede abordar el tema de la calidad en educación superior desde variados aspectos, como por ejemplo, en función a la calidad entendida como prestigio institucional, desde la disponibilidad de recursos humanos y materiales, como un concepto relacionado con la efectividad manifiesta en resultados (matrícula, tasa de aprobación, titulación oportuna, empleabilidad etc.) o entender la calidad como un valor diferenciador y gestor de cambio explicitado en el desarrollo social y académico de sus alumnos, entre otros (Morresi et al., 2008; Hermida et al., 2008).

## **2.2. Calidad docente, evaluación de rendimiento y valoración estudiantil.**

La evaluación de rendimiento que mide la calidad y la efectividad de la labor docente es un proceso planificado, intencionado, sistemático y continuo que repercute, directamente, en los índices de retención estudiantil. Además, se transforma en una herramienta descriptiva que resguarda el cumplimiento del modelo pedagógico institucional. Este elemento se mide de manera directa, a través

de las encuestas de satisfacción estudiantil, ya que son los estudiantes los que se vinculan directamente con la actividad pedagógica de sus profesores.

Un factor que debe ser considerado en este punto de análisis es el comprender la evaluación de rendimiento no como un valor meramente instrumental, como si se tratara solo de elementos de análisis segmentado. Por el contrario, el valor de esta medición radica en su perfil sistémico y flexible, adecuado a los objetivos propios de cada institución, y que garantiza integridad y objetividad ya que es un sistema que debe incorporar diferentes fuentes de información, en diferentes etapas del proceso (Blanco-Guillermety, & Blanco-Peck, 2018).

Se suma a lo anteriormente enunciado, el hecho que la evaluación de rendimiento tiene un perfil participativo en la medida que se adhiere a la evaluación de los estudiantes, la de los docentes que se hacen parte de ella en la etapa de autoevaluación. Este sistema de evaluación aporta dinamismo a las relaciones institucionales, ya que éstas, al tomar las consideraciones de dicha evaluación, son interpeladas a rediseñarse continuamente.

Claro está que este proceso de evaluación y mejora continua no solo tiene que considerarse como parte del proceso de formación de un alumno lo que sucede en el aula, sino más bien, debe tener una mirada holística e integral de las condiciones de desarrollo de los estudiantes, considerando que:

Para algunos estudiantes, el proceso de estudio no solamente representa la adquisición de ciertas destrezas y conocimiento teórico, sino que está muy relacionado a su desarrollo social y a su crecimiento personal. Por estas razones, su satisfacción en relación con la institución es muy importante, aunque muchas instituciones han olvidado tomar en consideración y luego se quejan porque su retención es baja. (Blanco-Guillermety, & Blanco-Peck, 2018, p. 129)

### **2.3. Educación, valor de mercado y satisfacción del cliente.**

En este nuevo paradigma, el considerar a la educación dentro del valor mercantil propio de cualquier empresa suscita una gran controversia y posiciones encontradas. Sin embargo, ambas se centran en los alumnos, las demandas sociales, las empresas como principales grupos de interés. Bajo esta mirada y con el propósito de abarcar las múltiples dimensiones y tareas que asumen las universidades y en consecuencia ampliando la idea de lo que se define como “cliente” en educación superior, De la Fuente et al. (2010) señala que:

La literatura especializada propone diferentes grupos de clientes: estudiantes, empleadores, organizaciones que contratan a los graduados, personal docente e investigador, sociedad, administración pública, familias, personal administrativo y de servicios, donantes y/o patrocinadores y otros grupos (proveedores, futuros estudiantes, etc.), si bien cada uno de estos grupos recibe fruto de uno de los diversos procesos llevados a cabo por la universidad. (p. 351)

La satisfacción es un concepto que alude a la valoración positiva frente a un servicio (Oliver, 1980) es un juicio personal, emotivo y cognitivo que relaciona causas y consecuencias y que influye directamente en el actuar y en las tendencias del consumidor (Cronin, et al, 2000). Por lo tanto, son agentes predictores de comportamiento (Westbrook, 1987).

En referencia a todo lo señalado, se puede determinar que la calidad de servicios en educación superior es un concepto complejo, considerando las funciones y la finalidad del sistema educativo (Sverdlick, 2012). Por lo tanto, es contextual, atribuible a una multidimensionalidad de elementos, dinámicos y evolutivos que conforman el modelo educativo de una institución y que se ciñe a estándares establecidos de un modelo de gestión de calidad consensuado y explicitado en estándares de acreditación institucional.

Ante el reto de los mercados en su expresión económica, política y social, las instituciones de educación superior deben ser capaces de asegurar que sus profesionales egresados puedan acceder de manera efectiva a la labor productiva y esto se cumple, en mayor medida, cuando las instituciones de



educación trabajan de manera innovadora y flexible en intercambio con el entorno productivo, de modo que:

La educación superior es un proyecto social que no termina en la educación y la formación profesional. Necesita que los egresados, efectivamente, aseguren una oportunidad para desempeñar productivamente su educación. Discutir esto sugiere que la intermediación que en el mercado profesional realiza la educación superior, si bien es positiva en términos de la oportunidad de acceso a la educación, tiene problemas en la forma como se organiza el proceso educativo para la transición al mundo del trabajo. (Lagarda, 2001, p. 7)

Uno de los puntos dominantes al analizar la calidad de la educación y su efectividad de los servicios es la llamada “pertinencia”, es decir, la relevancia a dar respuesta, desde los sistemas de formación superior, a las demandas del mercado y del sector productivo (Tünnermann, 2006). Pero esto no significa que las universidades se deban limitar en una acción coartada de respuesta a las demandas, sino más bien, deben considerar, de una manera más amplia, los requerimientos globales que la sociedad pide de las instituciones de educación superior. Entendiendo que:

La pertinencia tiene que ver con el “deber ser” de las Universidades, es decir, con una imagen deseable de las mismas. Un “deber ser”, por cierto, ligado a los grandes objetivos, necesidades y carencias de la sociedad en que ellas están insertas y a los retos del nuevo contexto mundial. La preocupación por la pertinencia de la educación superior en la sociedad. (Tünnermann, 2006, p.1)

De esta manera, la preocupación por la pertinencia, directamente relacionada con la calidad de los servicios, insta a la educación superior a ser creativas, a traducir sus metas en aspectos medibles que aseguren el cumplimiento de sus objetivos en función de una sociedad contemporánea cada vez más exigente.

#### **2.4. La Universidad Bernardo O’Higgins y su política de aseguramiento de la calidad.**

La Universidad Bernardo O’Higgins, como una institución comprometida con la formación de sus estudiantes y con el desarrollo de la sociedad, ha creado un sistema de aseguramiento de la calidad capaz de velar por el cumplimiento de los objetivos y metas institucionales. En consecuencia, ha declarado como meta principal el poder lograr que sus estudiantes alcancen, de manera efectiva y exitosa, el término oportuno de su formación universitaria con la adquisición de su título profesional, cumpliendo con todos los compromisos formativos declarados en el perfil de egresado. Todo lo anterior, resguardado bajo el sello propio de la institución, caracterizado por la formación integral y los valores de compromiso social, el valor al mérito, el espíritu de servicio, el énfasis en el aprendizaje y la pertinente actualización de los desafíos disciplinares y profesionales.

El “Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Universidad Bernardo O’Higgins (SAC UBO)” vincula y articula los principales componentes y áreas del sistema institucional, gestionando de manera ordenada, sistémica, planificada y controlada el cumplimiento de la misión y de la visión institucional. Basándose en este objetivo determina cuáles son los procesos que deben ser monitoreados y qué tipo de información es relevante para la evaluación de los mismos. Además, sigue a esta etapa de control, análisis y contrastación de los indicadores evaluados contra los propósitos y objetivos, el diseñar remedios y políticas de mejora que den respuesta a los planes de mejora continua.

### **3. Metodología.**

#### **3.1. Antecedentes.**

La calidad en el servicio es un concepto que se ha definido y discutido de variadas maneras y además la forma de ser evaluado es un tema muy complejo y debe ser visto desde varios niveles. Este indicador de calidad es requisito de competitividad (Grönroos, 1994), siendo las claves del éxito, no solo su contextualización sino, además, el aseguramiento en el tiempo y la satisfacción de los usuarios en el contexto de la eficacia.

Como se ha visto en la revisión bibliográfica, el concepto ha transitado por variadas definiciones de diversos autores. En este estudio se entiende la calidad de los servicios, desde la percepción que tienen los estudiantes sobre cómo se han visto satisfechas sus necesidades. Esta investigación es transversal de tipo censal (Sampier, Fernández & Baptista, 2010), con análisis estadístico de datos de todas las carreras en los períodos 2017 y 2018 en la Universidad Bernardo O'Higgins.

### **3.2. Métodos de análisis.**

La investigación se basa en la metodología de modelación de ecuaciones factoriales, basados en las varianzas, buscando relaciones entre diferentes áreas de satisfacción. Estos modelos estadísticos permiten estimar el efecto y las relaciones entre múltiples variables, es decir, modelos de análisis factorial que permiten efectos directos e indirectos entre los factores creados, a través de las correlaciones existentes entre las variables medidas. Este método es la unión de dos tradiciones (Chin, 1998), a saber, la teoría econométrica que se enfoca en la predicción y el enfoque psicométrico que modela conceptos como variables latentes (no observadas) que son indirectamente inferidas de múltiples medidas observadas (indicadores o variables manifiestas).

Lo descrito corresponde a una técnica que combina tanto la regresión múltiple como el análisis factorial, dicho de otro modo, permite, no solo, evaluar las complejas interrelaciones de dependencia, sino también incorporar los efectos de los errores de las medidas.

#### **3.2.1 Análisis estadístico del método**

Este método se basa en las etapas que a continuación se describen:

- a) Plantear estructura de constructos-ítems a priori: medición de variables “latentes” no observables directamente.
- b) Construir un diagrama del modelo y medida.
- c) Seleccionar la matriz de datos (input): pueden ser usadas matriz de varianza-covarianza o matriz de correlaciones, además de relaciones entre variables observadas.
- d) Estimar el modelo: de existir normalidad, se usará el método de estimación máximo verosímil (ML) por ser eficiente y no sesgado; de no existir normalidad, podrían usarse los métodos de Mínimos Cuadrados Ponderados (WLS), Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS) y Asintóticamente Libre de Distribución (AGL).
- e) Evaluar la bondad de ajuste al modelo de análisis factorial mediante las medidas KMO y esfericidad de Bartlett.
- f) Interpretar y modificar el modelo (si está justificado). Serán analizados los siguientes aspectos; asociación entre ítems y constructos, nivel de explicación de las variables observadas, validación de escalas de medida (validez y fiabilidad), validez convergente (grado en el que las medidas utilizadas para medir un concepto latente están relacionadas entre sí), validez discriminante (grado en el que dos conceptos latentes especificados son diferentes, aunque estén correlacionados entre sí). Todo lo descrito se entregará a través de los siguientes elementos:
  - Matriz de correlaciones entre todas las variables (constructos) incluidas en el modelo de investigación.
  - Media y desviación típica de los factores / constructos.
  - Índices de bondad de ajuste.
  - Parámetros estimados:  $\lambda$  (validez convergente).
  - Intervalos de confianza entre pares de factores (v. discriminante)
  - Coeficientes de fiabilidad.
  - Coeficiente Kaiser-Meyer-Olkin (KMO).
  - Test de esfericidad de Bartlett.
  - Coeficiente de fiabilidad compuesto.
  - Análisis de la Varianza Extraída (AVE).

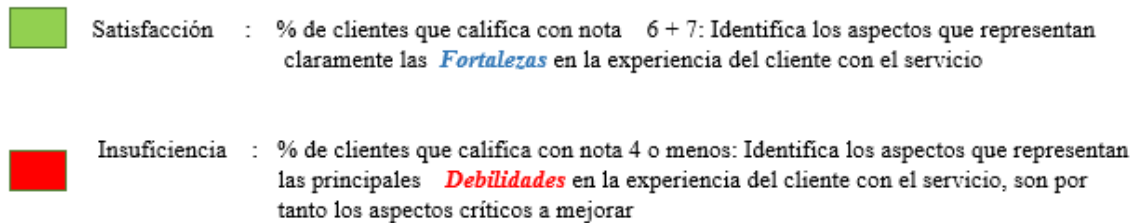
### 3.3. Encuesta de satisfacción.

La Universidad Bernardo O'Higgins se ha destacado en el tiempo por entregar un servicio de calidad, considerando las necesidades de sus alumnos. Es por esta razón, que es imprescindible conocer la opinión de estos, sus percepciones y su nivel de satisfacción con el servicio recibido por la Universidad en sus diferentes puntos de contacto.

Bajo este contexto, IPSOS Chile ha desarrollado un estudio que permite conocer esta información y visualizarla, desde lo más general a lo específico, con respecto del servicio entregado.

La encuesta de satisfacción es realizada a través del grado de satisfacción medido en una escala del 1 al 7 (cumple con las condiciones de una escala Likert), la forma de entrega de resultados se detalla en la Figura 1. La encuesta es de alta confiabilidad estadística, y es de tipo censal.

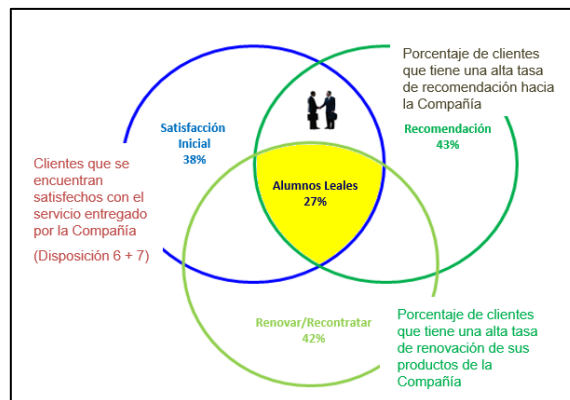
**Figura 1. Forma de entregar los resultados de la encuesta.**



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 2 muestra cómo se entiende la lealtad a la institución.

**Figura 2. Forma de cálculo de alumnos leales a la UBO.**



Fuente: Elaboración propia.

### 4. Resultados de creación del modelo teórico UBO.

El fenómeno de los servicios universitarios y sus relaciones con la calidad de la educación terciaria, como se ha visto, es un fenómeno complejo; por eso las ecuaciones factoriales pueden dar respuestas a las interrelaciones entre variables múltiples (variables que pueden cumplir a la vez ser independientes

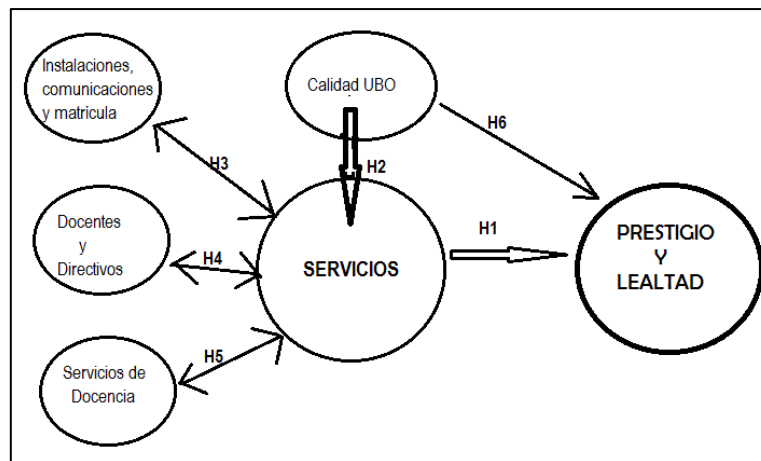
o independientes). El modelo UBO (Universidad Bernardo O'Higgins, 2018), por lo tanto, busca entender interrelaciones de causalidad, desde la contrastación de la teoría factorial de satisfacción general, partiendo de la satisfacción de los servicios, en un modelo de contrastaste de hipótesis.

El sistema, por tanto, buscará la estimación simultánea de relaciones de dependencia múltiples e interrelacionadas y la capacidad para representar conceptos no observables (actitudes, percepciones, intenciones) en las relaciones, basado en la representación gráfica de las relaciones de causalidad.

#### 4.1. Definición y conceptos básicos.

El sistema consta de dos componentes, el primero es el modelo factorial derivado del diagrama que representa las relaciones causales y el segundo modelo de medida o factorial dado las relaciones entre indicadores (variables observadas) y constructos (variables no observadas) (Diagrama 1 y 2).

**Diagrama 1. Modelo Factorial UBO.**



Fuente: Elaboración propia.

En el Diagrama 1 las relaciones están dadas por:

$$PyL = \beta_1 * C + \beta_2 * S + E_1$$

$$S = \beta_3 * C + \beta_4 * ICM + \beta_5 * DD + \beta_6 * SD + E_2$$

$$ICM = \beta_7 * S + E_3$$

$$DD = \beta_8 * S + E_4$$

$$SD = \beta_9 * S + E_5$$

donde  $\beta$  son los coeficientes efectos variables explicativa / variables explicada y  $E$  el efecto aleatorio.

Varios autores como Zineldin et al. (2011), han planteado que la satisfacción es un espejo del rendimiento del servicio, por lo que la intención de prestigio y lealtad debe estar directamente relacionada con el servicio, por lo que del modelo sugerido nacen varias hipótesis:

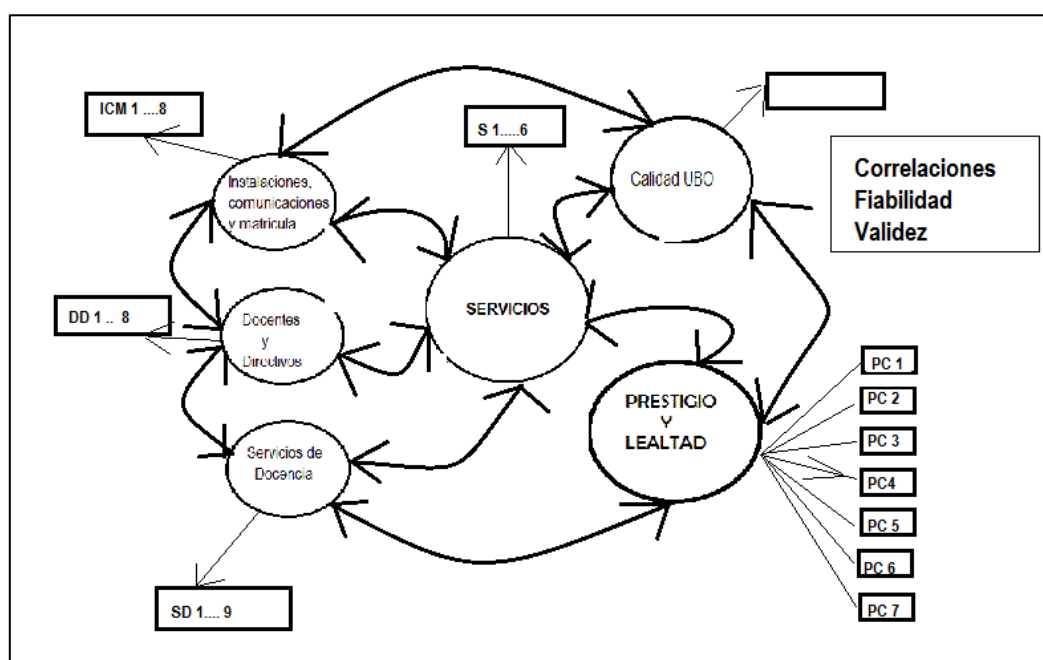
H1. El servicio tiene una influencia directa, positiva y significativa sobre el prestigio y lealtad.

H2. La calidad UBO tiene una influencia directa, positiva y significativa sobre el servicio.

H3,4,5. El servicio tiene una influencia directa, positiva y significativa sobre el servicio de docencia, docentes y directivos, así como, en la infraestructura comunicaciones y procesos de matrícula.

H6. La calidad UBO tiene una influencia directa, positiva y significativa sobre el prestigio y lealtad.

Diagrama 2. Modelo de Medida UBO.



Fuente: Elaboración propia.

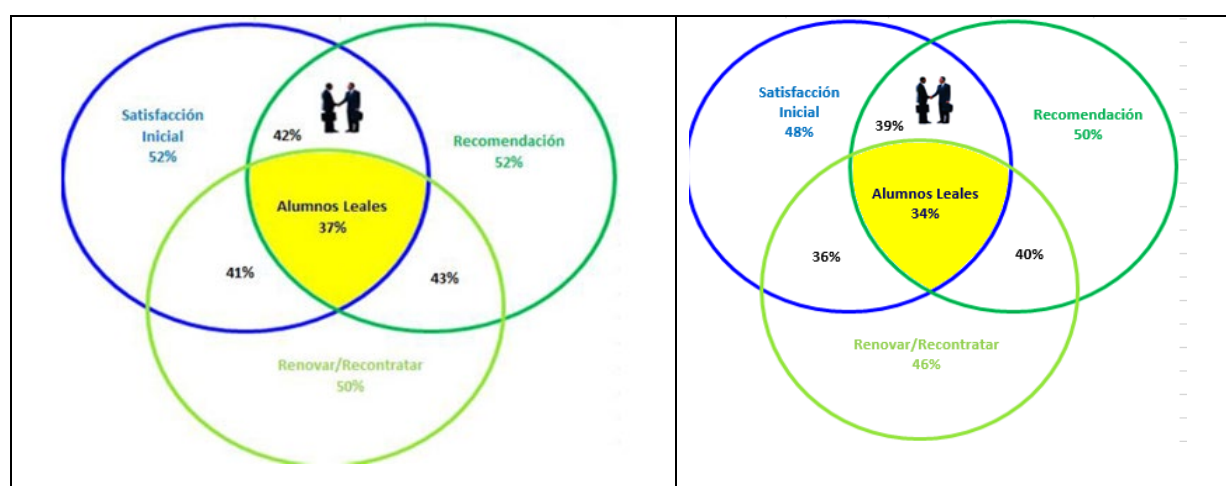
Las ventajas de este modelo UBO son:

- 1) Mayor flexibilidad estadística (permite interpretación incluso en presencia de multicolinealidad).
- 2) Uso del Análisis Factorial C.
- 3) Confirmatorio para reducir el error de medida (múltiples indicadores por variable latente).
- 4) Posibilidad de contrastar modelos conjuntamente.
- 5) Interfaz de representación gráfica.
- 6) Permite:
  - Contrastar modelos con múltiples variables dependientes.
  - Incorporar variables mediadoras.
  - Modelizar y medir los errores.
  - Comparar el modelo para submuestras diferentes (multimuestra).
  - Utilizar datos difíciles (distribución no normal, datos ausentes).

#### 4.2. Resultados básicos preliminares de la encuesta de satisfacción 2017-2018.

Los principales resultados descriptivos en el período 2017-2018, parten con las representaciones de los estudiantes leales UBO, que ha transitado como se observa en el Gráfico 1 de un 37 % a un 34 %, en este leve retroceso. También se observan disminuciones en los tres indicadores que conforman la variable: renovación, recomendación y satisfacción inicial.

**Gráfico 1. Alumnos Leales UBO 2017 y 2018.**



Fuente: Elaboración propia.

Las tablas siguientes detallan los resultados de todas las variables no observables (constructos) y los indicadores (variables observables) de estas variables.

La Tabla 1 muestra los resultados de la variable Prestigio y Lealtad que es más bajo en la percepción de los estudiantes de la Facultad de Salud.

**Tabla 1. Variable Prestigio y Lealtad UBO 2017 y 2018.**

Preguntas	UBO 2017	UBO 2018	Variación 2018/2017	Ciencias Sociales	Educación	Ingeniería, Ciencia y	Salud
<b>Prestigio y Lealtad</b>	<b>5,31</b>	<b>5,23</b>	<b>-1,6%</b>	<b>5,34</b>	<b>5,46</b>	<b>5,33</b>	<b>5,11</b>
1. Considerando tu experiencia como alumno de la institución y considerando una escala de 1 a 7: ¿Qué tan satisfecho estás con la UBO?	5,42	5,32	-1,9%	5,38	5,57	5,53	5,20
2. Siempre pensando en estos 2 últimos años: ¿Dirías que la Infraestructura de la UBO ha mejorado?	5,18	5,27	1,7%	5,41	5,29	5,07	5,26
3. A tu juicio y en términos generales ¿Dirías que estos 2 últimos años la UBO ha mejorado?	5,29	5,28	-0,2%	5,39	5,40	5,26	5,22
4. Si algún amigo te pidiera que le recomendaras una universidad: ¿Cuán dispuesto estarías a recomendar a tus amigos que estudien en la UBO?	5,40	5,28	-2,1%	5,38	5,59	5,44	5,14
5. Si en este momento tuvieras la posibilidad de volver a elegir una Universidad para estudiar: ¿Cuán dispuesto estarías en volver a elegir a UBO?	5,25	5,10	-2,9%	5,23	5,50	5,28	4,91
6. ¿Cómo calificarías la siguiente afirmación? La UBO es una institución seria y confiable	5,49	5,35	-2,6%	5,47	5,56	5,58	5,22
7. ¿Cómo calificarías la siguiente afirmación? La UBO es Prestigiosa	5,13	4,97	-3,2%	5,10	5,29	5,12	4,81

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 2 es el resultado de la variable Servicios, variable principal del estudio, donde nuevamente, los estudiantes de la Facultad de Salud presentan la percepción más baja, y algunos servicios como alimentación y pago en cajas recaudadoras presentan percepción promedio inferior a 5.0; en este caso la percepción no ha variado de un año a otro de manera general, sí en algunos indicadores medidos.

**Tabla 2. Variable Servicios UBO 2017 y 2018.**

Preguntas	UBO 2017	UBO 2018	Variación 2018/2017	Ciencias Sociales	Educación	Ingeniería, Ciencia y Tecnología	Salud
<b>Servicios</b>	<b>5,09</b>	<b>5,09</b>	<b>0,0%</b>	<b>5,12</b>	<b>5,28</b>	<b>5,18</b>	<b>5,01</b>
39. ¿Qué tan satisfecho estás con los servicios de alimentación?	4,69	4,81	2,6%	4,79	5,19	5,08	4,66
40. ¿Qué tan satisfecho estás con los servicios higiénicos?	5,32	5,36	0,9%	5,42	5,61	5,50	5,25
41. ¿Qué tan satisfecho estás con los servicios de recreación?	5,13	5,15	0,4%	5,14	5,39	5,26	5,08
42. ¿Qué tan satisfecho estás con el servicio de fotocopiadora?	5,24	5,26	0,4%	5,36	5,30	5,24	5,22
43. ¿Qué tan satisfecho estás con el servicio de cajas recaudadoras?	5,08	4,87	-4,3%	4,92	4,92	4,81	4,85
44. Considerando ahora todos estos aspectos que hemos revisado, ¿cuál es tu nivel de satisfacción con la UBO en general como institución educativa?	5,36	5,25	-1,9%	5,30	5,47	5,34	5,17

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3. Otras Variables de servicios UBO 2017 y 2018.**

Preguntas	UBO 2017	UBO 2018	Variación 2018/2017	Ciencias Sociales	Educación	Ingeniería, Ciencia y Tecnología	Salud
<b>Instalaciones</b>	<b>5,52</b>	<b>5,49</b>	<b>-0,6%</b>	<b>5,55</b>	<b>5,63</b>	<b>5,41</b>	<b>5,45</b>
31. Las instalaciones de la universidad son adecuadas.	5,44	5,38	-1,0%	5,43	5,53	5,41	5,33
32. La implementación de laboratorios (sala de simulación, computación y otros) es apropiada para la docencia.	5,54	5,47	-1,3%	5,54	5,64	5,28	5,44
33. Existe disponibilidad de equipamiento en las instalaciones (PC, Data, Pizarra, etc.).	5,71	5,74	0,6%	5,82	5,84	5,62	5,71
34. ¿Cómo calificarías la infraestructura de las salas de clases?	5,41	5,37	-0,7%	5,40	5,50	5,34	5,33
<b>Comunicaciones</b>	<b>5,35</b>	<b>5,12</b>	<b>-4,3%</b>	<b>5,21</b>	<b>5,35</b>	<b>5,26</b>	<b>5,01</b>
35. ¿Cómo calificarías la página web y redes sociales de la universidad?	5,50	5,42	-1,4%	5,45	5,59	5,43	5,36
36. ¿Cómo calificarías el call center o atención telefónica en general?	5,21	4,83	-7,3%	4,97	5,11	5,09	4,66
<b>Matrícula</b>	<b>5,44</b>	<b>5,30</b>	<b>-2,6%</b>	<b>5,39</b>	<b>5,49</b>	<b>5,40</b>	<b>5,20</b>
37. El proceso de matrícula es fluido, expedito y sin tramitación excesiva.	5,36	5,15	-4,0%	5,25	5,35	5,28	5,04
38. Los requisitos de admisión de alumnos a la Universidad son conocidos por los postulantes.	5,51	5,45	-1,2%	5,53	5,63	5,52	5,36

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 3 detalla los resultados de otras variables de servicio del estudio, todas con una disminución de la percepción de satisfacción, por lo que confirma la importancia del modelo creado, que busca las relaciones de todas estas variables, buscando mejorar la percepción estudiantil, desde medidas que apunten a mejorar desde las indicaciones que pueda entregar el modelo creado.

Finalmente, la Tabla 4 muestra las percepciones de las variables de docencia, las mejor evaluadas por los estudiantes, destacando los servicios de biblioteca, formación integral y los docentes.

**Tabla 4. Variables de Docencia UBO 2017 y 2018.**

Preguntas	UBO 2017	UBO 2018	Variación 2018/2017	Ciencias Sociales	Educación	Ingeniería, Ciencia y Tecnología	Salud
<b>Formación Integral</b>	<b>5,50</b>	<b>5,52</b>	<b>0,2%</b>	<b>5,52</b>	<b>5,65</b>	<b>5,63</b>	<b>5,46</b>
14. La información y accesibilidad respecto de programas de apoyo de formación integral para los estudiantes (nivelación, reforzamiento, apoyo psicoeducativo y talleres de apoyo) es accesible para los estudiantes.	5,53	5,55	0,3%	5,56	5,67	5,65	5,50
15. Los programas de apoyo de formación integral colaboran a la mejora de los aprendizajes.	5,48	5,48	0,0%	5,49	5,63	5,61	5,41
<b>Biblioteca</b>	<b>5,66</b>	<b>5,64</b>	<b>-0,3%</b>	<b>5,64</b>	<b>5,84</b>	<b>5,69</b>	<b>5,58</b>
16. ¿Cómo calificarías la atención en biblioteca?	5,62	5,61	-0,3%	5,65	5,85	5,77	5,50
17. Los horarios de atención en la biblioteca.	5,76	5,74	-0,3%	5,72	5,90	5,72	5,71
18. La bibliografía de las asignaturas que cursó es actualizada.	5,59	5,58	-0,2%	5,56	5,77	5,57	5,53
<b>Docencia</b>	<b>5,46</b>	<b>5,34</b>	<b>-2,2%</b>	<b>5,39</b>	<b>5,60</b>	<b>5,43</b>	<b>5,23</b>
19. He podido verificar que mi proceso de aprendizaje es coherente con lo que estipula el Modelo de Formación.	5,52	5,48	-0,8%	5,53	5,69	5,56	5,39
20. La evaluación docente es útil para retroalimentar la calidad de la formación de los alumnos.	5,47	5,45	-0,5%	5,45	5,64	5,52	5,38
21. El sistema de información intranet es útil y óptimo para consultas académicas y trámites de los alumnos (inscripción de asignaturas, consulta de notas, otras).	5,55	5,37	-3,4%	5,46	5,65	5,44	5,24
22. La respuesta a solicitudes administrativas de los alumnos (certificados, inscripción de asignaturas, otras) es oportuna.	5,28	5,06	-4,3%	5,13	5,41	5,20	4,91
<b>Profesores</b>	<b>5,60</b>	<b>5,58</b>	<b>-0,2%</b>	<b>5,62</b>	<b>5,85</b>	<b>5,68</b>	<b>5,48</b>
23. Las metodologías de enseñanza facilita mi aprendizaje.	5,48	5,44	-0,8%	5,52	5,74	5,49	5,32
24. Existe claridad y difusión de los criterios de evaluación que utiliza el profesor.	5,48	5,47	-0,2%	5,50	5,71	5,55	5,38
25. En la Universidad es posible establecer relaciones cordiales con profesores.	5,79	5,79	-0,1%	5,83	6,00	5,90	5,69
26. El profesor se preocupa por dar horas de atención para plantear consultas y dudas sobre las materias del curso.	5,57	5,56	-0,1%	5,60	5,87	5,69	5,44
27. El profesor entrega material de apoyo académico (guías, ejercicio, lecturas etc.) que facilitan el aprendizaje.	5,67	5,66	-0,1%	5,66	5,93	5,76	5,57
<b>Directivos de Escuelas</b>	<b>5,26</b>	<b>5,14</b>	<b>-2,3%</b>	<b>5,20</b>	<b>5,69</b>	<b>5,43</b>	<b>4,92</b>
28. Existe disponibilidad de las autoridades de la carrera para las consultas de los estudiantes.	5,38	5,29	-1,7%	5,29	5,81	5,53	5,10



29. Existe cercanía de las autoridades con los alumnos.	5,18	5,07	-2,2%	5,15	5,64	5,38	4,83
30. Las autoridades manifiestan capacidad para resolver los problemas de los alumnos.	5,22	5,06	-3,1%	5,15	5,63	5,38	4,82

Fuente: Elaboración propia.

### 4.3. Análisis estadístico de la encuesta de satisfacción.

El siguiente análisis de la encuesta de satisfacción de la Universidad Bernardo O'Higgins fue realizado para los años 2017 y 2018 a 4.386 y 4.646 alumnos (estudio censal), respectivamente. En dicha encuesta se realizaron 44 preguntas evaluadas de forma cuantitativa, con calificaciones del 1 al 7 y una pregunta en la que se pide explicar el porqué de las calificaciones a cada alumno encuestado.

El análisis estadístico se realizó a las 44 preguntas calificadas de forma cuantitativa mediante análisis factorial, que estudia las variables observadas en los individuos, generando correlaciones y calculando parámetros que permiten la representación de variables latentes, que son combinaciones de ciertas variables observadas y que podrían generar otro carácter observable o de interés de estudio para los datos analizados.

Específicamente, en el análisis se trabajó con la matriz de correlaciones, estadísticos que indican varianza absorbida a nivel general por los factores generados, comunalidades (varianza absorbida por cada variable al buscar variables latentes), matriz componente o estructura factorial que representa la saturación de cada variable en el o los factores encontrados y las pruebas KMO y de esfericidad de Bartlett.

Existen varios contrastes que pueden realizarse para evaluar si el modelo factorial (o extracción de los factores) tiene significancia.

El test KMO (Kaiser, Meyer y Olkin) relaciona los coeficientes de correlación observados entre las variables. Cuanto más cerca de 1 sea el valor obtenido del test KMO, la relación entre las variables es alta. Un KMO mayor o igual a 0,9 considera un test muy bueno; mayor a 0,8 un test notable, mediano si es mayor a 0,7, bajo si es mayor que 0,6 y muy bajo si es menor que 0,5.

La prueba de esfericidad de Bartlett evalúa la aplicabilidad del análisis factorial de las variables estudiadas. Para esta prueba se aceptan valores menores a 0,05 para que el análisis factorial tenga sentido.

En la Tabla 5 se observa que los estadísticos antes mencionados cumplen con valores muy favorables para el análisis factorial. La medida KMO en las encuestas de satisfacción del 2017 y 2018 superan el 0,98 y la prueba de esfericidad de Bartlett está por debajo del 0,05 antes mencionado.

**Tabla 5. Medidas KMO y Bartlett.**

Prueba de KMO y Bartlett		UBO 2017	UBO 2018
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0,988	0,987
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	184.965,746	190.172,555
	Gl	946	946
	Sig.	0,000	0,000

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, tiene sentido hacer el análisis factorial y este modelo es adecuado para explicar los datos. En la Tabla 6 se muestran los valores singulares y la absorción de varianza para los primeros 4 ejes factoriales.

**Tabla 6. Autovalores y Absorción de Varianza.**

Componente factorial	Total 2017	Total 2018	% de varianza 2017	% de varianza 2018	% acumulado 2017	% acumulado 2018
1	26,146	25,389	59,422	57,702	59,422	57,702
2	1,532	1,639	3,482	3,725	62,903	61,427
3	1,348	1,511	3,064	3,435	65,967	64,862
4	1,193	1,232	2,711	2,799	68,679	67,662

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la información, se observa que en el primer eje factorial se absorbe casi un 60% de la varianza total de los datos para los años 2017 y 2018, por lo tanto, esta componente es la variable latente en el análisis. Es decir, una variable observable o que podría explicar alguna característica de interés en nuestro conjunto de datos. Además, se observa que desde la segunda componente en adelante la varianza absorbida por las mismas es menor al 4%; debido a esto la representación gráfica, o proyección mediante los ejes factoriales, no será de interés en este estudio ya que no representará de manera fidedigna la distribución de datos ni relación entre variables; además, dichas componentes no serán buenos candidatos a variables latentes.

En la Tabla 7 se presentan las comunalidades de cada variable en el análisis factorial realizado. Se observa que casi todas las variables participantes del análisis factorial están representadas con más de un 60% de confiabilidad.

**Tabla 7. Comunalidades.**

	Extracción 2017	Extracción 2018		Extracción 2017	Extracción 2018
P1	694	702	P23	692	681
P2	611	600	P24	683	690
P3	705	708	P25	737	747
P4	775	793	P26	696	688
P5	759	764	P27	712	696
P6	756	764	P28	825	816
P7	730	723	P29	866	831
P8	593	545	P30	868	836
P9	734	707	P31	671	658
P10	688	673	P32	664	652
P11	744	746	P33	688	697
P12	513	517	P34	683	682
P13	577	629	P35	704	657
P14	667	659	P36	646	657
P15	690	693	P37	644	648
P16	610	596	P38	678	667
P17	691	656	P39	685	648
P18	682	677	P40	586	549
P19	741	750	P41	690	659
P20	584	580	P42	622	595
P21	641	583	P43	663	633
P22	576	561	P44	756	759

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la Tabla 8 se exhibe la matriz de estructura factorial que refleja el peso de cada variable en cada componente. Por lo mencionado anteriormente, este estudio se centrará solo en la primera componente ya que es la que absorbe más varianza.

**Tabla 8. Estructura factorial para primera componente.**

	Factor 2017	Factor 2018			Factor 2017	Factor 2018
<b>P1</b>	780	777		<b>P23</b>	824	813
<b>P2</b>	674	683		<b>P24</b>	815	807
<b>P3</b>	762	758		<b>P25</b>	790	783
<b>P4</b>	790	790		<b>P26</b>	790	771
<b>P5</b>	768	765		<b>P27</b>	786	770
<b>P6</b>	813	811		<b>P28</b>	748	746
<b>P7</b>	777	754		<b>P29</b>	730	722
<b>P8</b>	727	695		<b>P30</b>	758	741
<b>P9</b>	811	797		<b>P31</b>	796	766
<b>P10</b>	796	795		<b>P32</b>	793	765
<b>P11</b>	830	831		<b>P33</b>	779	764
<b>P12</b>	714	718		<b>P34</b>	781	771
<b>P13</b>	745	741		<b>P35</b>	810	782
<b>P14</b>	790	780		<b>P36</b>	747	673
<b>P15</b>	814	811		<b>P37</b>	762	729
<b>P16</b>	733	724		<b>P38</b>	806	799
<b>P17</b>	737	719		<b>P39</b>	634	671
<b>P18</b>	794	780		<b>P40</b>	708	692
<b>P19</b>	846	848		<b>P41</b>	758	758
<b>P20</b>	759	749		<b>P42</b>	699	699
<b>P21</b>	783	759		<b>P43</b>	691	662
<b>P22</b>	749	728		<b>P44</b>	860	863

Fuente: Elaboración propia.

En esta estructura factorial se presenta la saturación relativa de cada variable en el primer factor del análisis factorial. Se observa que todas las variables saturan al menos un 60% la primera componente, es decir, todas las variables (preguntas de la encuesta de satisfacción) son partícipes de la candidata a variable latente, que podría denominarse calidad (en concordancia con el estudio). O como explica el estudio Prestigio y Lealtad. Los factores de la Tabla 8, son los coeficientes  $\beta$  del modelo construido en el diagrama 1 con lo que el modelo de relaciones de variables queda significativamente establecido.

## 5. Conclusiones.

En las últimas décadas, los cambios y tensiones que han debido enfrentar las instituciones de educación superior las han llevado a replantearse su rol como agentes de formación y promoción del desarrollo social. Es así como, con fuerte dinamismo, han debido asumir desde la expansión de la cobertura de sus matrículas, hasta la diversificación del sistema educativo, lo que las ha interpelado a ser más competitivas.

En este contexto, la presente investigación, en esta primera etapa, ha tenido como objetivo modelar un sistema derivado del comportamiento de respuestas del consumidor educativo de la Universidad Bernardo O'Higgins. La razón de la investigación responde a una falta de estudios en el

sector de servicios de la educación terciaria. El método sugerido para modelar contrastar variables es un aporte metodológico dada la escasez de investigaciones, que intenta responder las hipótesis generadas en el estudio. En la segunda parte de esta investigación se entregarán los resultados derivados de la aplicación de este modelo en el año 2019 y 2020, que desde el punto de vista estadístico tienen varias ventajas, tales como:

- Mayor flexibilidad estadística (permite interpretación incluso en presencia de multicolinealidad).
- Uso del Análisis Factorial Confirmatorio para reducir el error de medida (múltiples indicadores por variable latente).
- Posibilidad de contrastar modelos conjuntamente.
- Interfaz de representación gráfica de SEM.

Este modelo permite:

- Contrastar modelos con múltiples variables dependientes.
- Incorporar variables mediadoras.
- Modelizar y medir los errores.
- Comparar el modelo para submuestras diferentes (Multimuestra).

En las predicciones del modelo que serán realizados en los dos siguientes años, es prudente considerar la matriz de correlaciones del modelo dado, ya que variables por debajo de un 0,75 de confiabilidad pueden no ser consideradas en el Diagrama 1.

Se espera que los resultados arrojados en este estudio se transformen en importantes insumos a la hora de replantear los procesos de gestión institucional de la Universidad en las áreas prioritarias referentes a docencia, servicios, administración, dirección, formación integral, entre otras, que repercuten de manera directa en el grado de satisfacción de sus estudiantes.

Según lo descrito en esta investigación, lograr mejoras en la calidad de los servicios entregados por la Universidad será posible solo si se entiende y valora los procesos de gestión de calidad como principios cardinales donde todos los que forman parte de la institución son corresponsables y además, están dispuestos al diálogo necesario para establecer una caracterización de que la institución entenderá por calidad, considerando las perspectivas de todos sus actores, especialmente, la de sus estudiantes.

Bajo estas consideraciones y en función de la experiencia del estudiante es recomendable centrar con especial interés las mejoras de gestión en los elementos involucrados en tres momentos de la vida de los estudiantes, los que de algún modo u otro son explicitados a través de la encuesta de satisfacción estudiantil. El primero, en el ingreso procurando su integración, lo que implica el acceso oportuno a la información, acompañamiento y orientación en los procesos administrativos, acceso a instancias de formación y apoyo integral, para asegurar la permanencia de los estudiantes. El segundo, en su proceso de formación, evaluando la efectividad de las estrategias educativas, los métodos pedagógicos y el desarrollo de las competencias generales de su formación profesional en coherencia con el perfil de egresado de cada carrera. Finalmente, en su egreso considerando la titulación oportuna y los factores de empleabilidad e incorporación al mercado laboral.

Por último, se ha de destacar que el manejo y análisis de la información que ha emergido de estudio plantea que la factibilidad de implementar una gestión más resolutiva y eficiente requiere fortalecer los mecanismos sistemáticos de control de calidad de cada uno de los procesos institucionales. Del mismo modo, es necesario sensibilizar que el análisis de cada uno de los elementos estudiados en esta investigación implica integrar cada una de sus variables para su uso en la toma de decisiones.

## Referencias

- Arambewela, R., & Hall, J. (2006). A comparative analysis of international education satisfaction using SERVQUAL. *Journal of Services Research*, 6, 141-163.
- Blanco-Guillermety, R. J., & Blanco-Peck, R. (2018). La medición de la calidad de servicios en la educación universitaria. *Revista de Educación de Puerto Rico (REduca)*, 22, 121-136.
- Beltyukova, SA & Fox, CM. (2002). La satisfacción del estudiante como medida del desarrollo del estudiante: hacia una métrica universal. *Journal of College Student Development*, 43 (2), 161-172.
- Bigné, J., Moliner, M., Vallet, T., & Sánchez, J. (1997). Un Estudio Comparativo de los Instrumentos de Medición de la Calidad de los Servicios Públicos. *Revista Española de Investigación de Marketing-ESIC*, 1, 33-53.
- Cabrera, V. (2005). El concepto calidad en la educación universitaria: clave para el logro de la competitividad institucional. *Revista iberoamericana de Educación*, 36(12), 1-7.
- Camisón, C., Gil, M., & Roca, V. (1999). Hacia Modelos de Calidad de Servicio Orientados al Cliente en las Universidades Públicas: el Caso de la Universitat Jaume I. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 5(2), 69-92.
- Capelleras, J., & Veciana, J. (2004). Calidad de Servicio en la Enseñanza Universitaria: Desarrollo y Validación de una Escala de Medida. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 13(4), 55-72.
- Chin, W. (1998). Commentary: Issues and Opinion on Structural Equation Modeling. *MIS Quarterly*, 22(1), VII-XVI.
- Chung, E. & McLarney, C. (2000). The classroom as a service encounter: Suggestions for value creation. *Journal of Management Education*, 24(4), 484-500.
- Cronin Jr, J., Brady, M., & Hult, G. (2000). Assessing the effects of quality, value, and customer satisfaction on consumer behavioral intentions in service environments. *Journal of retailing*, 76(2), 193-218.
- De la Fuente, H., Marzo, M., Riquelme, R. & Jesús, M. (2010). Análisis de la satisfacción universitaria en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Talca. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 18(3), 350-363.
- Gaitán, J., & López, M. (1999). La calidad, nueva función en la Universidad Venezolana. *La Revista de Investigación y Postgrado DOCTUM*, 3(1), 285-300.
- Grönroos, C. (1994). *Marketing y gestión de servicios: la gestión de los momentos de la verdad y la competencia en los servicios*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Hermida, M., Buendía, L., & López, R. (2008). La calidad en el contexto universitario. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, (2008-01). Recuperado de <http://www.eumed.net/rev/cccss>.

- Joseph, M. & Joseph, B. (1997). Service Quality in Education: A Student Perspective. *Quality in Assurance in Education*, 5(1), 15-2.
- Kwan, P. & Ng, P. (1999). Quality Indicators in Higher Education-Comparing Hong Kong and China's Students. *Managerial Auditing Journal*, 14(1), 20-27.
- Lagarda, A. (2001). La educación superior y el mercado de trabajo profesional. *REDIE: Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 3(1), 55-66.
- LeBlanc, G. & Nguyen, N. (1997). Searching for excellence in Business Education: An Exploratory Study of Customer Impressions of Service Quality. *International Journal of Educational Management*, 11(2), 72-79.
- Lepeley, M. (2001). *Gestión y calidad en educación: un modelo de evaluación*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Mintzberg, H., Nieto, J., & Bonner, D. (1991). *La naturaleza del trabajo directivo*. España: Ariel.
- Morresi, S., Donnini, N., & Cerioni, L. L. (2008). Indicadores de calidad en la evaluación de instituciones de educación superior. Algunas consideraciones críticas. *VIII Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria de América del Sur*. Asunción, Paraguay. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/61508>
- Oliver, R.L. (1980). A cognitive model of the antecedents and consequences of satisfaction decisions. *Journal of Marketing Research*, 17 (4), 460-469.
- Owlia, M., & Aspinwall, E. (1996). Quality in higher education: a survey. *Total Quality Management*, 7(2), 161-171.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V., & Berry, L. (1985). A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research. *Journal of Marketing*, 49 (4), 41-50.
- Salmi, J., (2009). *El desafío de crear universidades de rango mundial*. Bogotá: Banco Mundial-Mayol Ediciones.
- Salvador, C. (2010). Quality of university services: Dimensional structure of SERVQUAL vs. ESQS. *Service Science*, 2(3), 167-176.
- Shekarchizadeh, A., Rasli, A. & Hon-Tat, H. (2011). SERVQUAL in Malaysian universities: perspectives of international students. *Business Process Management Journal*, 17(1), 67-81.
- Sverdlick, I. (2012). Calidad de educación para todos e inclusión educativa ¿Nuevas banderas para el derecho a la educación? *Revista Internacional Magisterio*, 56, 50-55.

- Tünnermann, C. (2006). *Pertinencia y calidad de la educación superior*. Lección inaugural. Guatemala. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Luis-Gonzalez-Fiegehen/publication/309493290\\_La\\_educacion\\_superior\\_en\\_Chile\\_en\\_revista\\_Pensamiento\\_Universitario\\_2011\\_-\\_10/links/5813978f08aeffbed6bc23ea/La-educacion-superior-en-Chile-en-revista-Pensamiento-Universitario-2011-10.pdf#page=95](https://www.researchgate.net/profile/Luis-Gonzalez-Fiegehen/publication/309493290_La_educacion_superior_en_Chile_en_revista_Pensamiento_Universitario_2011_-_10/links/5813978f08aeffbed6bc23ea/La-educacion-superior-en-Chile-en-revista-Pensamiento-Universitario-2011-10.pdf#page=95)
- Universidad Bernardo O'Higgins (UBO) (2018). Sistema de aseguramiento de la calidad. Recuperado de <http://www.ubo.cl/dgdes/aseguramiento-la-calidad/>
- Vázquez, M., Elizondo, A., & Ramírez, J. (2017). Calidad de los servicios universitarios: Una percepción desde sus actores en una escuela de negocios. *Innovaciones de negocios*, 13(25), 71-95.
- Westbrook, R. (1987). Product/consumption-based affective responses and postpurchase processes. *Journal of Marketing Research*, 24(3), 258-270.
- Zineldin, M., Akdag, H. & Vasicheva, V. (2011). Assessing quality in higher education: New criteria for evaluating students' satisfaction. *Quality in higher education*, 17(2), 231-243.



## La situación laboral de las personas con discapacidad en Colombia desde un enfoque local

VELANDIA CAMPOS, JOAN SEBASTIAN

Pontificia Universidad Javeriana Cali (Colombia)

Correo electrónico: [sebastian.velandia@javerianacali.edu.co](mailto:sebastian.velandia@javerianacali.edu.co)

CASTILLO CAICEDO, MARIBEL

Pontificia Universidad Javeriana Cali (Colombia)

Correo electrónico: [mabelcas@javerianacali.edu.co](mailto:mabelcas@javerianacali.edu.co)

MORA RODRÍGUEZ, JHON JAMES

Universidad ICESI (Colombia)

Correo electrónico: [jjmora@icesi.edu.co](mailto:jjmora@icesi.edu.co)

### RESUMEN

Este artículo analiza las dinámicas locales del mercado laboral para población con discapacidad (PCD) en cinco importantes ciudades de Colombia. A partir de los datos obtenidos del Registro para la Localización y Caracterización de Personas con Discapacidad (2018) y del Servicio Público de Empleo (2018) se estimaron las tasas locales de ocupación, desempleo, informalidad e ingresos de la PCD y además se construyó una función de emparejamiento laboral para determinar las posibilidades de acceso que brinda el mercado laboral a la PCD. Los resultados muestran tasas municipales de desempleo que oscilan entre el 17,0% y el 41,0%, tasas de ocupación sin contrato entre el 69,0% y el 81,2%, coberturas en capacitación para el trabajo de máximo 6,8%; así como una función de emparejamiento con asimetrías con respecto a las probabilidades de encontrar trabajo (26,1%) y de ocupar vacantes para la PCD (73,9%). Finalmente, se revisaron los avances de iniciativas locales de empleo inclusivo para PCD que pueden considerarse como referencia de buenas prácticas para reducir las asimetrías entre la demanda y la oferta de trabajo.

**Palabras clave:** discapacidad, mercado laboral, función de emparejamiento, datos de panel.

**Clasificación JEL:** J14; 015; J08; R58.

**MSC2010:** 91B40; 97b20; 91G70.

Artículo recibido el 1 de noviembre de 2019 y aceptado el 30 de marzo de 2020.



# The employment situation of disabled people in Colombia from a local approach

## ABSTRACT

This article analyzes the local dynamics of the labor market for the population with disabilities (PCD) in five main cities of Colombia. Based on data from the Register for the Location and Characterization of Persons with Disabilities (2018), the rates of employment, unemployment, informality and income are analyzed, among other indicators of the PCD. Also, from the data of the Public Employment Service (2018), a labor match was estimate in order to determine the possibilities of access that the labor market offers to the PCD. Our results show the unemployment rates that oscillate between 17,0% and 41,0%, the information rates between 69,0% and 81,2%, coverage in the training for work of maximum 6,8%; as well as a matching function with asymmetries with respect to the probabilities of finding work (26,1%) and filling vacancies for PCD (73,9%). Finally, we reviewed the progress of various local inclusive employment initiatives for PCD that can be considered as a reference of good practices to reduce asymmetries between demand and labor supply.

**Keywords:** disability, labor markets, inclusive employment, matching function.

**JEL classification:** J14; O15; J08; R58.

**MSC2010:** 91B40; 97b20; 91G70.



## 1. Introducción.

La población con discapacidad se enfrenta de forma general a distintas problemáticas de inserción laboral que tienen como efecto una situación desigual con respecto al resto de la población activa y ocupada al presentar tasas de actividad, ocupación y probabilidades de empleo inferiores (Cabrero et al., 2009). Además, en varias investigaciones (Velandia et al., 2018; Espinosa, 2016; Correa & Castro, 2016; Cruz & Hernández, 2010; Hernández & Hernández, 2005) se ha aportado evidencia científica para entender el contexto de las distintas problemáticas a las que debe enfrentarse la Población con Discapacidad (en adelante, PCD) en Colombia, así como evidencia suficiente sobre las disparidades que coexisten entre tal colectivo y el resto de la población.

Además de tales avances, los objetivos a nivel de país han apuntado a hacer un seguimiento socioeconómico nacional de la PCD a nivel municipal, departamental, distrital y nacional, que permita precisar sus necesidades contractuales en los distintos niveles administrativos para lograr un alcance más efectivo en la planificación y ejecución de acciones, programas y proyectos. Para tal fin, desde el Ministerio de Salud y Protección Social se ha avanzado con una estrategia de recogida de datos a través del Registro para la Localización y Caracterización de Personas con Discapacidad (en adelante, RLCPD) que para el 2018 reúne información de 1.418.065 personas con discapacidad equivalentes al 2,8% de la población colombiana (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018a; DANE, 2018).

No obstante, tales avances de seguimiento aún no logran alcanzar el 6,3% de la población total identificada como PCD por el censo del año 2005 y peor aún, en los distintos niveles administrativos continúa haciendo falta contar con indicadores laborales de base local para la PCD que permitan en términos técnicos cumplir con tales objetivos e instrumentalizar un adecuado seguimiento, tratamiento y evaluación de las medidas pactadas para responder a las necesidades de la PCD.

Es por esto que, comprendiendo que es en el ámbito local donde surgen las interacciones directas entre los distintos agentes que intervienen en el mercado de trabajo como lo son la orientación, la intermediación, la contratación laboral y demás relaciones, este artículo busca contribuir a las prioridades de la Agenda de Investigación en Discapacidad para Colombia (Cruz et al., 2017); al aportar la construcción de un análisis local del mercado de trabajo para PCD, logrado a partir de una aproximación a la situación actual del mercado y de sus desequilibrios, así como de sus respectivos casos locales de éxito en inserción laboral. La Agenda de Investigación en Discapacidad para Colombia prioriza, en el área “Productividad, trabajo, empleo y emprendimiento”, los siguientes temas y subtemas: 1. Análisis del mercado laboral (desempleo, informalidad, precariedad laboral, evaluación y análisis econométrico del mercado laboral) 2. Análisis de la política de acceso al empleo (políticas locales, empleo público y privado, educación para el trabajo, ley de cuotas) y 3. Análisis del Bienestar laboral (empleo con apoyo, promoción dentro del empleo, movilidad en el empleo, análisis de riesgos).

Los datos del presente artículo provienen del Sistema Integral de Información de la Protección Social (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018a) entre los que un 69,0% de la PCD no se encuentran impedidos para trabajar pese a su discapacidad y, por tanto, representan específicamente la población objetivo del estudio. También se usaron datos de registro, orientación, colocación y vacantes para PCD del Servicio Público de Empleo en el año 2018. Específicamente la unidad de análisis local es definida como las dinámicas que presentan cinco principales cabeceras municipales de Colombia: Bogotá, Medellín, Cali, Bucaramanga y Barranquilla, que coinciden en estricto orden con las ciudades con mayor representatividad de la población en estudio concentrando un total de 33,2% de la PCD de Colombia (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018a).

El artículo se organiza de la siguiente manera. En la sección dos se realiza una caracterización local de las condiciones laborales de la PCD. En la sección tres se presenta un modelo de emparejamiento con sus resultados. En la sección cuatro se muestran casos locales exitosos sobre inserción laboral y, finalmente, se presentan las conclusiones.

## 2. Caracterización del mercado laboral de la PCD en Colombia.

Diferentes autores (Velandia et al., 2018; Espinosa, 2016; Correa & Castro, 2016; Cruz & Hernández, 2010; Hernández & Hernández, 2005) han aportado evidencia científica para entender el contexto de las distintas problemáticas a las que debe enfrentarse la PCD, así como evidencia suficiente sobre las disparidades que coexisten entre tal colectivo y el resto de la población.

Distintas medidas dirigidas a la PCD han surgido a partir de iniciativas locales transformadas en Políticas Activas de Empleo (PAE) que han centrado sus objetivos en la inclusión sociolaboral, la generación de calificaciones y competencias laborales, la promoción del autoempleo, así como el desarrollo del emprendimiento asociativo (Fundación Demuca, 2011) y, por lo general, agrupan medidas como la creación de servicios públicos de empleo, trabajo protegido y cuotas de empleo, subvenciones al empleo con contrato indefinido, empleo con apoyo y/o adaptado, programas de rehabilitación, medidas de adaptación al trabajo, y cursos de formación ocupacional para parados y de formación continua para ocupados (Alburquerque, 2004; Cabrero et al., 2009).

No obstante, además de asegurar una convergencia productiva, garantizar la protección social, generar cambios institucionales adecuados y lograr un crecimiento económico sostenido con equidad (Infante & Sunkel, 2009), el desarrollo inclusivo debe procurar la integración social de los distintos ciudadanos, así como valorar y generar las condiciones laborales, productivas y sociales adecuadas para aprovechar el papel que cada sujeto puede ejercer en el proceso de desarrollo una vez acceda a las distintas oportunidades (Berman-Bieler, 2007; Infante & Sunkel, 2009).

Los resultados de lograr las condiciones anteriores se traducen, en términos económicos, en la reducción de los costos asociados al no aprovechamiento de los posibles aportes de capital humano del grupo de PCD y de los costos de oportunidad en que incurren sus hogares, esto dado que dentro de las dinámicas de la PCD no sólo se discrimina al sujeto en cuestión sino también a los hogares al que pertenece. Específicamente, los costos sobre la producción y los ingresos inducido por la falta de inclusión de la discapacidad alcanzan entre el 5,3% y el 6,9% del PIB mundial (Metts, 2004), mientras que los hogares con PCD deben enfrentarse a una mayor dependencia familiar, una inferior capacidad de generación de ahorro y a elevados costes directos e indirectos que pueden representar un 25% más de los gastos corrientes (Jiménez & Huete, 2011; Parckar, 2008).

La información aquí utilizada proviene del Sistema Integral de Información de la Protección Social (SISPRO) del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. A través de éste se recolectan desde el año 2002 datos de las personas con discapacidad con el fin de localizarlas y caracterizarlas en los diferentes niveles administrativos del país y teniendo esto en cuenta definir medidas específicas de política pública. Los datos son registrados en el Sistema de Gestión de Datos (SGD) o Bodega de Datos de SISPRO por 2.045 Unidades Generadoras de Datos (UGD) comprendidas por las instituciones, entidades y organizaciones de carácter público o privado que realizan atención, intervención o apoyo a la PCD en todo el país y son actualizados, en su caso, gracias a la interoperabilidad con las demás fuentes de información del sistema integral SISPRO (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018a). Éste es un registro de carácter administrativo y voluntario, por lo que los datos obtenidos dan cuenta de la información que las PCD brindaron voluntariamente al momento de diligenciar o actualizar su información y por ello podrían presentar sesgo de selección. No obstante, es el principal sistema de información en materia de discapacidad de Colombia ya que es el más completo al registrar capítulos asociados con los niveles persona, hogar, localización, caracterización y origen de la discapacidad, salud, educación, participación social, y trabajo (Ministerio de Salud y Protección Social, 2014, 2018a) y el de mayor tamaño muestral al registrar 1.418.065 personas, por lo que el RLCPD es la fuente más viable para el análisis laboral de tal población.

La información del 2018 muestra que el 34,2% de la PCD se encuentra impedida permanentemente para trabajar debido a su discapacidad y entre estos un 89,8% no reciben pensión por discapacidad. Del lado opuesto, entre quienes no se encuentran impedidos para trabajar únicamente el 11,8% respondieron estar trabajando en el momento del registro (11,8% de la muestra), no obstante,

con una situación laboral crítica, ya que entre estos el 82,1% trabajan sin ningún tipo de contrato laboral, lo que agrava las posibilidades de formalidad del empleo, que alcanza tasas tan críticas como solo un 1,7% de personas con pensión laboral.

En la Tabla 1, la PCD en edad para trabajar fue acotada por la PCD con edades comprendidas entre los 12 y 99 años, según la edad mínima de trabajo en Colombia, mientras que la PCD económicamente activa se acotó por el grupo en edad de trabajo cuya principal actividad en los últimos 6 meses fue trabajar o buscar trabajo.

A nivel local, Barranquilla es la ciudad que presenta la mayor tasa de desempleo de PCD con un 41,0%, seguido por Cali (38,9%) y Medellín (31,1%). A su vez estas tres ciudades presentan un nivel de desempleo muy por encima del promedio obtenido a nivel de país, lo que deja en evidencia problemas estructurales de desempleo muy graves en los mercados locales de trabajo. No obstante, Barranquilla y Medellín difieren de Cali al presentar en el grupo los más altos niveles de desempleo de su PCD económicamente activa, acompañado de las peores tasas de ocupación para su PCD.

Cabe observar, que Bucaramanga y Bogotá son las únicas ciudades del grupo que sitúan una tasa de desempleo para PCD por debajo de la estimación nacional, alcanzando unos niveles relativamente aceptables de 17,0% y 18,1% respectivamente. No obstante, pese a que estas dos ciudades también lideran en relación con sus niveles de ocupación con tasas de 15,1% y 13,7% respectivamente, tales niveles siguen siendo muy bajos, incluso aunque se sitúen levemente por encima del promedio nacional, dejando por tanto evidencias de niveles de ocupación altamente críticos para todo el grupo de ciudades (Tabla 1).

**Tabla 1. Indicadores locales de trabajo para PCD (2018).**

	BOG	MED	CAL	BUC	BAR	COL
<b>PCD-ET:</b> PCD en Edad para Trabajar*	273.899	64.349	62.909	22.630	19.975	1.325.610
<b>PCD-EA:</b> PCD Económicamente Activa**	45.878	7.217	13.602	4.106	2.964	223.441
<b>TD:</b> Tasa de Desempleo	18,1%	31,1%	38,9%	17,0%	41,0%	25,7%
<b>TO:</b> Tasa de Ocupación	13,7%	7,7%	13,2%	15,1%	8,8%	12,5%

Fuente: Elaboración y estimaciones propias con base en RLCPD (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018a).

Las mejores tasas en desempleo y ocupación que presenta la ciudad de Bucaramanga, no pueden evaluarse de forma favorable sin considerar la calidad del empleo otorgado al colectivo en estudio. Tales condiciones pueden analizarse considerando los tipos de contratos que presenta el grupo de trabajadores de PCD y que, en su caso, mejoran las probabilidades de formalización, acceso a la seguridad social y calidad del empleo. No obstante, se encontró que el 82,5% de los ocupados en Bucaramanga trabajan sin ningún tipo de contrato a término fijo o indefinido, lo que representa otra de las graves problemáticas laborales de la PCD a nivel local.

Por su parte, la ciudad de Bogotá que presentó la segunda tasa de desempleo más baja (18,1%) y el nivel de ocupación más alto (13,7%), presenta el mayor nivel de ocupados con contrato de trabajo al alcanzar una tasa de 29,1%. Así mismo, la capital colombiana presenta el mayor porcentaje de trabajadores con contratos a término indefinido cuyo tipo suele estar cubierto por empleos con garantías de los derechos laborales. Sin embargo, todas las ciudades presentan cifras muy altas de ocupados sin ningún contrato laboral que oscilan entre el 69% y 81,2% de PCD, dejando expuesta la urgente necesidad de generar medidas que incentiven la formalización del empleo en términos de contrato y, en consecuencia, en términos de protección de la seguridad social (Tabla 2).

**Tabla 2. Tipo de contrato.**

	<i>PCD trabajando en los últimos 6 meses.</i>											
	<b>BOG</b>	<b>%</b>	<b>MED</b>	<b>%</b>	<b>CALI</b>	<b>%</b>	<b>BUC</b>	<b>%</b>	<b>BAR</b>	<b>%</b>	<b>COL</b>	<b>%</b>
Término fijo	3.557	9,4	612	12,3	730	8,6	319	9,3	183	10,4	11.941	7,1
Término indefinido	7.490	19,8	778	15,6	1.044	12,4	284	8,3	137	7,8	18.133	10,8
No aplica	1	0,0	3	0,1	1	0,0	3	0,1	N/A	0,0	58	0,0
No definido	704	1,9	11	0,2	278	3,3	41	1,2	17	1,0	4.276	2,5
Sin contrato	26.164	69,0	3.579	71,8	6.395	75,7	2.793	81,2	1.419	80,8	133.321	79,5
<b>Total Muestra</b>	<b>37.916</b>		<b>4.983</b>		<b>8.448</b>		<b>3.440</b>		<b>1.756</b>		<b>167.729</b>	

Fuente: Elaboración propia con base en RLCPD (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018).

Al analizar el tipo de ocupación laboral, las participaciones de trabajadores por cuenta propia son también considerablemente altas para todo el grupo de ciudades y son especialmente superiores en comparación con el promedio del país. Sin embargo, hace faltan variables locales que expongan si tal modalidad corresponde a empleo autogenerado de calidad, como por ejemplo por iniciativa de emprendimiento, o si hace parte de la economía informal.

Para este caso, Barranquilla, que anteriormente presentó la peor situación en desempleo y ocupación, presenta en este caso un repunte de 60,7% de PCD trabajando por cuenta propia. Por otra parte, en relación al empleo de origen público destaca el creado por la institucionalidad de Bogotá con un 7,4% de empleados del gobierno; además la evidencia apunta a comprobar que las instituciones públicas de las ciudades en estudio están cumpliendo con las metas de cuotas de empleo que para el año 2019 oscilan entre 0,5% y 2% de trabajadores con discapacidad según el tamaño de la institución (Ministerio de Trabajo, 2017a); Bogotá también presenta la menor tasa local de trabajadores familiares sin remuneración (Tabla 3).

**Tabla 3. Tipo de ocupación.**

	<i>% de PCD</i>					
	<b>BOG</b>	<b>MED</b>	<b>CAL</b>	<b>BUC</b>	<b>BAR</b>	<b>COL</b>
Por cuenta propia	45,6	50,1	45,7	44,8	60,7	40,1
Empleado particular	30,3	27,5	29,8	36,3	24,2	23,3
Jornalero o peón	3,3	9,9	4,2	3,8	2,7	16,9
Empleado(a) doméstico(a)	8,3	4,8	10,4	6,6	5,0	7,1
Empleado del gobierno	7,4	3,9	5,1	3,7	3,8	5,7
Trabajador familiar sin remuneración	1,0	1,7	2,4	1,4	2,4	4,0
Patrón o empleador	4,1	2,2	2,4	3,4	1,3	2,8
<b>Total Muestra</b>	<b>37.142</b>	<b>4.967</b>	<b>8.164</b>	<b>3.405</b>	<b>1.730</b>	<b>163.929</b>

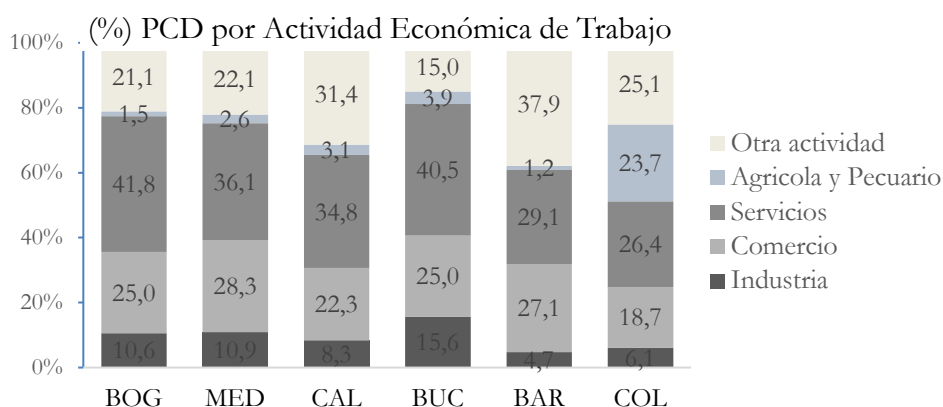
Fuente: Elaboración propia con base en RLCPD (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018a).

En cuanto a las actividades económicas de ocupación, destaca la participación en el sector de servicios con un 26,4% de los trabajadores y en menor medida el trabajo del sector industrial que alcanzan únicamente una tasa de 6,1%; además una quinta parte de la PCD de Colombia está ubicada laboralmente en el sector agropecuario.

En el grupo se cumple que, a excepción de Barranquilla, las ciudades repuntan con la generación de empleo local en actividades del sector servicios con participaciones superiores a la media de Colombia. Por otra parte, Bucaramanga vuelve a diferenciarse al obtener las participaciones más altas de PCD tanto en el sector industrial (15,6%) como en el sector agropecuario (3,9%), acompañado a su vez de una importante participación en los servicios (40,5%) que solo es superada por la ciudad de Bogotá, lo que refleja la capacidad estructural de su mercado local de trabajo para avanzar en la equiparación sectorial del empleo inclusivo.

Barranquilla por su parte, es la ciudad con menor inserción laboral de PCD en la industria con una participación de apenas 4,7%, que además se sitúa muy por debajo del promedio para el país; hecho que resulta paradójico si se considera que la ciudad es oficialmente catalogada como “Distrito Especial, Industrial y Portuario de Barranquilla” por lo que su agenda pública local necesita urgente crear medidas que alienten el empleo inclusivo en la industria (Gráfico 1).

**Gráfico 1. PCD por Actividad Económica de Trabajo.**



Fuente: Elaboración propia con base en RLCPD (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018b).

Por su parte, los niveles de ingreso de la PCD ocupada presentan resultados alarmantes: a nivel de país el 10,6% de los trabajadores afirmaron no recibir ningún ingreso monetario mensual, mientras que el 71,7% afirmó percibir salarios de menos de \$500.000 pesos COP (170 USD) que no logran ni siquiera alcanzar el umbral del salario mínimo (SMMLV) fijado en el 2018 en \$781.242 pesos COP.

A nivel local, Cali presenta una situación más crítica que el país, dado que un 10,9% de su PCD ocupada no perciben ingresos y el 73,6% perciben ingresos inferiores a \$500.000 pesos. Lo que, en conjunto, indica que el 84,5% de la PCD ocupada de Cali presentan graves problemas para acceder, con su salario laboral, a una cesta básica de bienes y servicios que satisfaga sus necesidades básicas. Así mismo, la ciudad de Bucaramanga presenta hallazgos alarmantes al tener el mayor repunte del grupo en cuanto a PCD ocupada sin ingresos mensuales.

En cuanto a los rangos salariales más altos, destaca Bogotá al situar un 6,8% de su PCD local en puestos de trabajo con salarios superiores a \$1.500.000 pesos COP que equivalen a más de 2 SMMLV del año 2018 (Tabla 4), mientras que Medellín ha reducido a un 3,8% la PCD ocupada sin ingresos, ampliado además a un nivel de 30,4% los puestos de trabajo con salarios entre los \$500.000 y \$1.000.000 de pesos COP, que equivalen según el tipo de cambio medio para el 2018 a un rango entre los 170 y 340 USD; por lo que a pesar de presentar críticas tasas de desempleo y ocupación (Tabla 1), su empleo creado está logrando garantizar ingresos que satisfacen adquisitivamente las necesidades básicas de la PCD.

**Tabla 4. Nivel de ingresos (COP).**

	<i>PCD Ocupada según ingreso mensual promedio</i>											
	<b>BOG</b>	<b>%</b>	<b>MED</b>	<b>%</b>	<b>CAL</b>	<b>%</b>	<b>BUC</b>	<b>%</b>	<b>BAR</b>	<b>%</b>	<b>COL</b>	<b>%</b>
Sin Ingreso	1.545	4,1	188	3,8	923	10,9	436	12,7	126	7,2	17.819	10,6
Menos de \$500.000	26.334	69,5	3.046	61,1	6.220	73,6	2.317	67,4	1.158	65,9	120.214	71,7
\$500.001 a 1.000.000	5.526	14,6	1.517	30,4	772	9,1	510	14,8	289	16,5	16.567	9,9
\$1.000.001 a 1.500.000	1.232	3,2	113	2,3	124	1,5	34	1,0	28	1,6	2.830	1,7
\$1.500.001 a 2.000.000	843	2,2	36	0,7	74	0,9	18	0,5	7	0,4	1.470	0,9
\$2.000.001 a 2.500.000	464	1,2	19	0,4	40	0,5	5	0,1	7	0,4	724	0,4
Más de \$2.500.001	1.253	3,3	28	0,6	114	1,3	19	0,6	7	0,4	1.723	1,0
No reportado	719	1,9	36	0,7	181	2,1	101	2,9	134	7,6	6.382	3,8
<b>Total</b>	<b>37.916</b>		<b>4.983</b>		<b>8.448</b>		<b>3.440</b>		<b>1.756</b>		<b>167.729</b>	

Fuente: Elaboración y estimaciones propias con base en RLCPD (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018a).

En la capacidad del mercado laboral para responder a las necesidades laborales de cada grupo de discapacidad se encontró que las cinco categorías de discapacidad con mayor representatividad en Colombia (Movilidad (19,8%), Mental-Cognitivo (10,5%), Múltiple (8,4%), Visual (5,4%), Auditiva (3,6%)), en razón al tamaño de su población, coinciden con los grupos que en términos proporcionales han logrado una mayor inserción. Tal situación se repite exactamente para Medellín y Barranquilla, mientras que Bucaramanga, Bogotá y Cali sólo difieren al incluir entre los cinco grupos categóricos la PCD Sistémica en lugar de la PCD Mental-Cognitiva. Así mismo, también se cumple que los grupos con menor representatividad en tamaño coinciden con los grupos con menor ocupación laboral, a pesar de que algunos de estos grupos minoritarios presentan barreras muy altas de exclusión por el tipo de discapacidad como el caso de PCD de voz y habla (Tabla 5).

**Tabla 5. Ocupación y patología.**

<b>Categoría Discapacidad</b>	<i>(%) de PCD trabajando en los últimos 6 meses</i>					
	<b>BOG</b>	<b>MED</b>	<b>CAL</b>	<b>BUC</b>	<b>BAR</b>	<b>COL</b>
Auditiva	2,1	5,7	2,4	1,9	9,7	4,4
Enanismo	0,0	0,1	0,0	N/A	0,1	0,1
Mental cognitivo	1,1	5,6	0,7	0,9	3,6	2,6
Mental psicosocial	1,3	4,8	0,8	0,4	1,8	1,3
Movilidad	12,3	28,2	11,1	8,2	44,1	19,6
Múltiple	3,6	9,0	1,3	1,5	5,2	3,3
No la sabe nombrar	0,4	0,9	0,6	0,8	2,2	1,7
No reportado	75,6	36,9	76,6	81,4	20,4	57,5
Piel, uñas y cabello	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,2
Sensorial gusto-olfato-tacto	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2
Sistémica	1,8	2,0	1,6	1,9	2,3	1,9
Visual	1,7	6,0	4,2	2,3	9,1	6,1
Voz y habla	0,1	0,5	0,5	0,4	1,0	1,2
<b>Total Muestra</b>	<b>37.916</b>	<b>4.983</b>	<b>8.448</b>	<b>3.440</b>	<b>1.756</b>	<b>167.729</b>
<b>Coef. de Variación Estandarizado*</b>	<b>0,68</b>	<b>0,49</b>	<b>0,60</b>	<b>0,44</b>	<b>0,84</b>	<b>0,52</b>

\*Para el cálculo se eliminaron los datos del grupo "No reportado" y se procedió a estandarizar los resultados para reportarlos en los mismos rangos de evaluación.

Fuente: Elaboración y estimaciones propias con base en RLCPD (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018a).

En efecto, tal situación es alarmante ya que, si el grado de priorización para responder a las diferentes necesidades de empleo de cada tipo de discapacidad obedece únicamente a criterios de representatividad demográfica, se podría estar incidiendo gravemente en el incremento de disparidades entre la misma población.

Para Colombia la mayor ocupación la presenta la categoría de PCD con movilidad con un 19,6% del total de los trabajadores, seguido de la PCD visual, aunque con una cifra notablemente inferior del 6,1%. A nivel local, la PCD de movilidad también presenta las mayores tasas de participación con especial relevancia para Barranquilla, que además ha logrado incluir notablemente a la PCD auditiva con un nivel de 9,7%, siendo éste su segundo grupo con mayor inserción.

Así mismo, Barranquilla presenta el mayor coeficiente de variación, lo que implica que los niveles de ocupación en esta ciudad son más heterogéneos entre los grupos de discapacidad, por lo que la PCD de Barranquilla debe enfrentarse a una mayor desigualdad para emplearse debido al tipo de discapacidad que presente.

A nivel de capacitación para el trabajo, se encuentra que 24.725 personas de las cinco ciudades de análisis han recibido capacitación; no obstante, en contra posición se encuentran un grupo diez veces más grande, equivalente a 252.987 personas, que no han sido atendidas pese a manifestar requerimientos de tales servicios. Además, las ciudades brindaron mayor cobertura de capacitación para el grupo de PCD de movilidad (3.224), de carácter mental cognitivo (1.767) y con características múltiple (1.489), mientras que, contrastando los niveles de capacitación efectiva y requerida, se encuentra una especial falta de atención de las ciudades en capacitación para la PCD mental psicosocial, sistémica y de voz y habla (Tabla 6).

**Tabla 6. Capacitación para el trabajo.**

Categoría	Capacitación para el trabajo									
	Población con Requerimiento (*) - población atendida (PA)									
	BOG		MED		CAL		BUC		BAR	
	*	PA	*	PA	*	PA	*	PA	*	PA
Auditiva	2.193	327	1.324	332	946	174	730	43	773	159
Enanismo	18	4	37	12	10	2	5	1	15	N/A
Mental cognitivo	5.230	507	5.491	801	2.033	144	632	129	1.865	186
Mental psicosocial	2.577	212	2.519	341	677	48	858	11	620	49
Movilidad	12.837	1.218	8.151	1.087	5.875	465	2.900	97	3.953	357
Múltiple	9.097	752	4.409	479	1.613	113	629	58	1.564	87
No la sabe nombrar	450	36	166	24	399	20	80	14	289	29
No reportado	108.771	10.638	11.188	940	29.927	2.590	5.829	742	2.224	134
Piel, uñas y cabello	43	16	40	3	48	4	23	3	35	5
Sensorial (gusto-olfato-tacto)	63	6	22	2	39	2	16		20	N/A
Sistémica	2.495	160	1.014	111	1.017	68	637	81	465	28
Visual	2.338	283	1.501	232	2.006	146	505	33	912	102
Voz y habla	153	20	167	17	200	26	118	4	206	11
<b>Total</b>	<b>146.265</b>	<b>14.179</b>	<b>36.029</b>	<b>4.381</b>	<b>44.790</b>	<b>3.802</b>	<b>12.962</b>	<b>1.216</b>	<b>12.941</b>	<b>1.147</b>
<b>PR/PCD Muestral* (%)</b>	<b>53,9</b>		<b>56,1</b>		<b>70,6</b>		<b>57,9</b>		<b>65,1</b>	
<b>PA/PCD Muestral** (%)</b>	<b>5,2</b>		<b>6,8</b>		<b>5,9</b>		<b>5,4</b>		<b>5,7</b>	

\*Número total de personas que respondieron a la pregunta ¿Necesita o no capacitación para mejorar o cambiar su actividad laboral productiva? \*\*Número total de personas que respondieron a la pregunta ¿Ha recibido o no capacitación para el trabajo?

Fuente: Elaboración propia con base en RLCPD - SISPRO (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018a).



También se obtiene que Cali es la ciudad con mayor porcentaje de PCD con requerimientos de capacitación para el trabajo que no ha sido atendida, alcanzando una tasa de 70,6% equivalentes a 44.790 personas, mientras que Medellín presenta la mayor cobertura en capacitación para el trabajo con una población atendida de 6,8% y en la última posición se ubica Bogotá con una atención del 5,2%.

No obstante, tales hallazgos denotan coberturas muy bajas que dejan en evidencia graves problemáticas del escenario local para incrementar las competencias laborales de forma que se incida en la empleabilidad y se reduzcan las disparidades entre la oferta y demanda de trabajo, tales como la probabilidad de encontrar trabajo y la probabilidad de que efectivamente se ocupe una vacante creada. No obstante, a continuación, se construye una función de emparejamiento laboral de la PCD para determinar la magnitud de tales incidencias.

### 3. El emparejamiento en el mercado laboral de la PCD.

La función de emparejamiento ‘matching function’ nos muestra la relación existente entre las vacantes y los desempleados. Esta es una función agregada que depende de la cantidad de firmas que contratan trabajadores en un momento dado, de los trabajadores que buscan empleo y, en algunas ocasiones, de otros factores que se incorporan dependiendo del modelo utilizado.

A partir de la teoría de la búsqueda de Stigler (1962), se desarrollaron una serie de modelos de búsqueda secuenciales y más dinámicos (Mortensen, 1986). Estos modelos comparan la situación del individuo en estado de desempleo con la situación de tener un empleo teniendo en cuenta el salario de reserva del individuo en el momento de evaluar esa posibilidad de emplearse. Sin embargo, la incorporación de fricciones en el mercado y el papel del empleador (demanda laboral) en la determinación de los salarios y del desempleo, llevó a Mortensen y Pissarides (1999) a mostrar “que existen dos tendencias en los modelos de búsqueda, pero pueden consolidarse en una sola cuando pasa el tiempo” (Mora, Castillo, Castro & Raffo, 2018 p. 529). Por otro lado, estas fricciones, para el caso colombiano, son explicadas principalmente por la dispersión del desempleo regional y por la deficiencia en la gestión de la intermediación (Riveros, 2017)”.

Es así, como los agentes se encuentran en el mercado laboral a través de una función de emparejamiento con la presencia de fricciones, instituciones e inversiones óptimas por parte de los agentes (Mortensen & Pissarides, 1999). Ahora bien, como lo plantea Pissarides (2000) es imposible la presencia de un emparejamiento total entre oferta y demanda laboral y, por esta razón, existirán en algunas ocasiones más vacantes que colocados para algún tipo de ocupación. Y se puede aumentar la eficiencia en el proceso de emparejamiento a través de mejoras en los procesos de búsqueda y registro de las vacantes.

Cabe observar que otros autores han demostrado que las interacciones espaciales afectan el emparejamiento de los mercados locales de trabajo, hallando significativos los efectos de proximidad regional (Antczak, Gałecka & Pater, 2018; Fedorets, Lottmann & Stops, 2019), y que tanto el desajuste de habilidades como el desajuste espacial, que dependen de las características de la economía local, los empleadores, los solicitantes de empleo y los trabajos que se están considerando, son importantes para explicar el éxito de la búsqueda de empleo (McQuaid, 2006).

A continuación, supongamos que  $H$  sea el número de contrataciones de PCD, que depende del número de desempleados con discapacidad ( $U$ ) y del número de vacantes para personas con discapacidad ( $V$ ). Entonces la función de emparejamiento se puede plantear de la siguiente forma:

$$H = M(U, V) \quad (1)$$

$$\frac{\partial M(U, V)}{\partial V}$$

Dado que  $H$  es creciente en  $U$  y en  $V$ , entonces  $\frac{\partial M(U, V)}{\partial V}$  serán positivas. También supondremos que  $H$  es cóncava en ambas variables y homogénea de grado 1.

A continuación sea  $L$  la cantidad de personas con discapacidad, de tal forma que  $M/L = m$  represente la tasa de emparejamiento con respecto a  $L$ ,  $U/L = u$  sea la tasa de desempleo y  $V/L = v$  sea la tasa de vacantes. Entonces el modelo econométrico a estimar será:

$$\ln(m)_j = \alpha_0 + \alpha_u \ln(u)_j + \alpha_v \ln(v)_j + \varepsilon_j \quad (2)$$

donde  $\alpha$  y  $\beta$  son los parámetros de la función de emparejamiento siguiendo una Cobb-Douglas y  $j$  denota un departamento en particular.

En Colombia, Mora y Santacruz (2007) y Castillo, Castro, Raffo y Mora (2018), entre otros, han realizado estas estimaciones utilizando datos de panel.

Castro (2017) estimó la función de emparejamiento para el mercado laboral colombiano a partir de datos del Servicio Público de Empleo (SPE) encontrando que existe una externalidad positiva más alta para los desempleados que para las vacantes; de tal manera sus hallazgos arrojaron que la probabilidad promedio para que un desempleado colombiano encuentre trabajo es del 86% y la probabilidad promedio de que se ocupe una vacante es del 14%. Este resultado puede ser diferente para las personas con discapacidad y afectar en mayor medida la probabilidad de que un desempleado encuentre trabajo, así como la probabilidad de que una vacante sea ocupada. En esta vía, Agovino y Rapposelli (2017) encontraron un efecto de congestión entre las personas desempleadas con discapacidad, debido al exceso de personas discapacitadas desempleadas en comparación con las vacantes disponibles.

Coles y Smith (1996) estiman la función de matching utilizando datos de corte transversal de desempleo, vacantes y colocación de empleo a nivel de ciudades para el Reino Unido y encuentran que las estimaciones son similares a las realizadas por Blanchard y Diamond (1994) a nivel agregado encontrando también rendimientos constantes a escala. Es por ello, que la estimación que aquí realizaremos de corte transversal es igual de válida a la de datos de panel.

A partir de los resultados de la ecuación (2) es posible encontrar los siguientes tipos de rendimientos:

**Tabla 7. Rendimientos a escala de la función de emparejamiento.**

Parámetros	Tipo de rendimiento	Conclusión
$\alpha_u + \alpha_v > 1$	Crecientes	Aumentar el nivel de búsqueda genera que el proceso de emparejamiento sea más eficiente.
$\alpha_u + \alpha_v < 1$	Decrecientes	Aumentar el nivel de búsqueda genera que el proceso de emparejamiento sea menos eficiente.
$\alpha_u + \alpha_v = 1$	Constantes	Todos los buscadores tienen igual probabilidad de ser contratados.

Fuente: Adaptado de Castillo, Castro, Raffo & Mora (2018) y Mora & Santacruz (2007).

El análisis del tipo de rendimientos a escala es fundamental ya que determina el tipo de impacto que pueden tener las políticas laborales encaminadas a minimizar las fricciones en el mercado laboral, a incentivar ampliaciones en la escala, o a mejorar la velocidad de rotación de los mercados. Bajo la existencia de rendimientos crecientes o decrecientes las políticas inciden sobre el nivel de eficiencia de los procesos de búsqueda de empleo, mientras que cambios en la escala o en la intensidad de búsqueda

por parte de oferentes y demandantes influyen sobre la tasa de emparejamiento. De esta forma, cuando existen rendimientos crecientes, el impacto de las políticas permite incrementar el nivel de eficiencia en los procesos de búsqueda.

A partir de las estadísticas por departamento del Servicio Público de Empleo de Colombia sobre la PCD que está buscando empleo, la PCD contratada y el número de vacantes que ofrecen las empresas para la población con discapacidad en el año 2018, se procedió a realizar la siguiente regresión de emparejamiento (cabe observar que no se pudieron incluir todos los departamentos ya que para el 2018 no existe información de vacantes, inscritos y colocados de todos estos, por lo que solo se incluyeron 27 departamentos):

**Tabla 8. Resultados de la estimación por departamento de la PCD.**

Desempleados/L (0,157881)	0,394896*
Vacantes/L (0,159554)	1,118760***
Constante (0,864609)	1,720775*
<hr/>	
R-Cuadrado	0,574
chi2	118,649
N	27

Fuente: Cálculos propios a partir de datos del SPE. \* p<0,05, \*\* p<0,01, \*\*\* p<0,001.

Los resultados (Tabla 8) muestran que las variables son estadísticamente significativas al 95% en el caso del desempleo y la constante, y al 99% en el caso de las vacantes. Por otro lado, se contrastó la hipótesis de que existieran rendimientos constantes a escala  $\alpha + \beta = 1$  que se rechaza ya que la chi cuadrado con un grado de libertad fue de 12,99 y un p-valor de 0,0003. También se rechazó la hipótesis de que conjuntamente la suma sea igual a cero ( $\chi^2(1) = 12,83$  con  $\text{Prob} > \chi^2 = 0,0000$ ). Se utilizó Bootstrapping con el fin de obtener errores estándar robustos ante atípicos.

De esta forma, los resultados muestran la existencia de rendimientos crecientes en la función de emparejamiento ( $\alpha + \beta = 1,5136561$ ). Los resultados también muestran como, en promedio, la probabilidad de que un trabajador con discapacidad encuentre trabajo es de un 26,1% ( $\frac{\alpha_u}{\alpha_u + \alpha_v}$ ) y la probabilidad promedio de que se ocupe una vacante para un trabajador con discapacidad es del 73,9% ( $\frac{\alpha_v}{\alpha_u + \alpha_v}$ ).

En resumen, estas asimetrías con respecto a las probabilidades de encontrar trabajo y de ocupar vacantes determinan la necesidad de establecer políticas activas de empleo con enfoque local que mejoren los procesos y las competencias blandas de búsqueda de empleo para la PCD en Colombia.

No obstante, en los casos de estudio ya se presentan algunas iniciativas de empleo que consideran el contexto local como una variable clave para la efectividad de las políticas. Estas iniciativas han sido instrumentalizadas principalmente a través de programas que presentan asociatividad de actores públicos y privados, y destacan actualmente como buenas prácticas para reducir las asimetrías entre la demanda y la oferta de trabajo. Algunas de las principales medidas se revisan a continuación.

#### **4. Iniciativas locales de empleo para PCD con buenas prácticas para reducir las asimetrías del mercado laboral.**

Si bien las políticas de empleabilidad en Colombia siguen directrices de ámbito nacional, es importante destacar que las ciudades están adaptando medidas descentralizadas con enfoques de desarrollo local, que pese a su incipiente avances, presentan una oportunidad para configurar estructuras ascendentes y territoriales que permitan una gestión capaz de actuar en concordancia con los elementos, recursos, actores y oportunidades confluentes en cada mercado local de trabajo, logrando así gestionar las asimetrías entre la oferta y demanda de trabajo y con ello incrementar la empleabilidad de la PCD. Entre los casos locales más exitosos se encuentran los siguientes.

##### **4.1. El Servicio Público de Empleo (SPE).**

Creado por la Ley 1636 de 2013 como mecanismo de soporte al cesante en Colombia y herramienta para la búsqueda de empleo, el SPE opera bajo la Unidad del Servicio Público de Empleo (UAESPE, encargada de gestionar y dirigir los recursos, servicios e instrumentos públicos de gestión y colocación del empleo del SPE y de su red de prestadores, así como de administrar la información de la oferta y la demanda del mercado laboral del Sistema de Información del Servicio de Empleo), y tiene como objetivo mejorar la empleabilidad gestionando de manera sistemática las asimetrías entre la oferta y la demanda de trabajo a través de una ruta de actuación en 4 fases (registro, orientación, intermediación y gestión empresarial) que generan importantes impactos a nivel territorial, empresarial y poblacional. Concretamente, esta iniciativa presenta una dimensión estratégica interorganizacional que favorece el fomento del empleo local para PCD, esto al presentar una estructura operativa centrada en la *articulación de actores a escala local* (que logra asociatividad entre prestadores de carácter público constituidos como centros de empleo y prestadores privados de apoyo como agencias privadas lucrativas, no lucrativas y bolsas universitarias de empleo) y una intervención con *enfoque diferencial para la PCD* (que logra adaptar estrategias tales como el seguimiento público de oferentes, la caracterización periódica de la oferta de trabajo inclusivo, la capacitación a la red de prestadores de servicios en procesos de atención, adaptación y promoción laboral para PCD, así como el otorgamiento de herramientas suficientes para asesorar al sector empresarial en los ajustes y requerimientos específicos que deben aplicarse para poder vincular eficazmente a la PCD. Implementación de teletrabajo, uso de tecnologías de la información y las comunicaciones, capacitación y uso del servicio de interpretación en línea Centro de Relevé, adecuación del espacio de trabajo en requerimientos de movilidad, accesibilidad, iluminación y señalización, flexibilidad en los horarios para casos específicos, entre otros (Corona et al., 2017)).

En cuanto a los avances de atención a PCD dentro del SPE (análisis con base en la información aportada al estudio por la UAESPE del Servicio Público de Empleo), se encontró para las cinco ciudades de estudio un total de 1.428 personas registradas en el programa, pero con una concentración del 57,8% de los casos para la ciudad de Bogotá y de solo el 5,0% para la ciudad de Bucaramanga, lo que sigue reflejando las altas brechas de atención a la discapacidad entre las diferentes ciudades. Por su parte, los resultados del SPE en orientación (1.342 beneficiarios para el grupo de ciudades) y colocación (15.838 beneficiarios para el grupo de ciudades) demuestran una notable efectividad del SPE para reducir las asimetrías entre la oferta y demanda de trabajo para PCD, pero continúa con un alcance altamente concentrado en la atención de la PCD de la ciudad de Bogotá, por lo que el programa debe implementar medidas urgentes para descentralizar la atención de sus servicios para PCD y lograr equiparar los resultados entre las distintas ciudades.

Así mismo, Bogotá concentra el mayor número de prestadores del SPE al reunir un total de 35 operadores locales, seguido de Medellín 18, Barranquilla 10, Bucaramanga 9 y, por último, Cali presenta sólo 8 operadores a pesar de ser la tercera ciudad del país con mayor tamaño de PCD (Tabla 9).

**Tabla 9. Intervención local: Servicio Público de Empleo (SPE).**

<i>Operativa</i>		BOG
	Centros de empleo	19
	Puntos de Servicio	11
	Bolsas de Universidades	5
<i>Territorial</i>	Alianza con entidades, consecución de operadores locales, análisis del mercado local de trabajo, gestión con alcaldías y gobernación.	
<i>Empresarial</i>	Gestión, Sensibilización, Diagnóstico, Remisión de Personas.	
<i>Poblacional</i>	Orientación, formación, intermediación, entrega de recursos.	

Fuente: Elaboración propia con base en Ministerio de Trabajo (2018) y CORONA, ANDI & ACIDI VOCA (2016).

#### 4.2. Securitas, Programa de Vigilancia Inclusiva (PVI).

Este programa hace parte de la estrategia principal de Responsabilidad Social Corporativa de Securitas Colombia S.A. y opera desde el año 2007 en la ciudad de Bogotá con planes de expansión para las ciudades de Cali, Barranquilla y Medellín; el objetivo principal del PVI es la vinculación y permanencia de la PCD física en el mercado laboral de servicios de vigilancia ofrecidos a distintas empresas, de forma que se generen impactos en la calidad de vida de la PCD y se fomente el empleo inclusivo (Securitas Colombia, 2018).

El PVI se destaca por la capacitación y seguimiento dirigido a la PCD a emplear y a los clientes empresariales donde las personas con discapacidad desarrollarán su actividad laboral, generando por tanto un incremento de la formación para el trabajo de la PCD mientras reduce además las barreras de acceso dentro de otras empresas.

Entre los resultados, la PCD física contratada ha pasado de 11 personas en el 2007 a 86 personas en el 2016, año para el que 70 de los empleados fueron mujeres (Tabla 10) evidenciando, por tanto, un crecimiento en la contratación de la PCD acompañado de un notable enfoque de género. Así mismo, se encontró que el programa ha logrado aplicarse en siete organizaciones de Bogotá (Securitas Colombia, 2016), mientras que, las entrevistas aplicadas a directivos y beneficiarios del programa dejaron en evidencia que el PVI ha permitido un importante cambio de paradigmas entre demandantes y ofertantes del sector, que ha motivado la participación y el reconocimiento de la PCD y con ello el incremento de la demanda de su empleo.

**Tabla 10. Intervención local: Securitas, Programa de Vigilancia Inclusiva (PVI).**

<i>Operativa</i>	Empleos creados	BOG				
		2012	2013	2014	2015	2016
		53	62	66	71	86
<i>Territorial</i>	Especialización de la PCD física en el sector de servicios, alianza con entidades de apoyo, consecución de clientes locales.					
<i>Empresarial</i>	Sensibilización, capacitación, diagnóstico, implementación de ajustes, acompañamiento a la empresa.					
<i>Poblacional</i>	Vinculación laboral directa, formación y seguimiento.					

Fuente: Elaboración propia con base en Securitas Colombia (2016) y CORONA, ANDI & ACIDI VOCA (2016).

### 4.3. Programa Pacto de Productividad (PP).

Éste es un programa empresarial de promoción laboral para la PCD fundado en el año 2009 a través de la alianza estratégica de una red de instituciones públicas y privadas (Fundación Corona, Fundación Saldarriaga Concha, Banco Interamericano de Desarrollo, Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia (APC), Ministerio del Trabajo, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Cafam - Bogotá, Comfenalco Antioquia - Medellín, Comfandi - Cali, Comfamiliar Risaralda - Pereira), con apoyo financiero del Fondo Multilateral de Inversiones del Banco Interamericano de Desarrollo (FOMIN-BID) y la responsabilidad como principal ejecutor de la Fundación Corona. El costo del programa en la Fase I (2009-2014) fue de 3,2 millones de USD, entre los que 54% fueron contribuidos por FOMIN-BID (FOMIN-BID, 2015).

El PP ha sido dividido en dos fases de intervención, la Fase I (2009-2014) tuvo operatividad local en las ciudades de Bogotá, Cali, Medellín y Pereira, teniendo como objetivo diseñar un modelo concertado de inclusión laboral para PCD de Colombia en capacidad de mejorar las oportunidades, la cualificación y la promoción de empleo de la población objetivo a través de la actuación articulada de actores con incidencia directa o indirecta sobre los mercados locales de trabajo, mientras que la Fase II (2014 - actualidad) tiene como objetivo la transferencia e implementación del modelo de inclusión laboral de manera efectiva, productiva y con calidad en el ámbito nacional.

Entre las características a destacar del programa se encuentra el *alcance de mercado* resultado de la implicación y vinculación de distintos actores locales públicos y privados; la *participación de mesas locales categóricas de discapacidad* que permiten la participación activa de los distintos grupos de discapacidad y definir intervenciones consensuadas con la población objetivo para lograr una mejor adaptabilidad de los requerimientos que necesita cada tipo de discapacidad; el *desarrollo de un modelo de inclusión laboral* con extrapolación nacional en el largo plazo y aplicabilidad adaptada al contexto local y a los requerimientos de las distintas categorías de discapacidad y, finalmente, un *pacto interorganizacional con estructura de clúster social* que establece un compromiso de movilización interorganizacional y cooperativo para la aplicación del modelo de inclusión y asegura el sostenimiento y la maximización al largo plazo de los procesos de empleabilidad generados por el programa.

Los impactos del programa PP en su Fase I (análisis con base en los aportes de la Dirección del Programa Pacto de Productividad y en los datos recopilados en Pacto de Productividad (2015) y FOMIM-BID (2015)) muestran una notable eficacia en su alcance. Entre los principales logros se encuentran:

- A nivel de costo-efectividad, en el año 2015 los salarios de la PCD insertada laboralmente por empresas vinculadas al programa PP fueron equivalentes a \$5.219,4 millones de COP (2,5 millones de USD aproximadamente), cifra equivalente al 75% del costo total del programa que se aproxima en 3,2 millones de USD.
- A nivel empresarial, PP generó directamente más de 1.000 servicios de intermediación laboral a 192 empresas cuya inversión es equivalente a los \$385 millones de COP, así mismo, el conjunto de empresas presentó un ahorro aproximado de \$2.825 millones de COP al acceder a beneficios de ley como deducciones de renta, ahorros en cuotas de aprendiz e incluso aprendices sin costos, después de haber sido capacitadas por el programa.
- A nivel institucional, el PP ha generado servicios por más de \$508 millones de COP al SENA y un ahorro aproximado de más de \$2.000 millones de COP, además de asesoría directa en el año 2013 a 11 Centros Públicos de Empleo, así como una alta transferencia de conocimiento a la Unidad del Servicio Público de Empleo (UAESPE).
- A nivel de políticas públicas, el PP apoyó la redacción e implementación de la Política Institucional de discapacidad del SENA 2014-2018, asesoró la formulación de la Ley 1618 de 2013 reglamentada

en el 2014 y del CONPES 166 del sistema nacional de discapacidad, y aportó al Manual de valoración ocupacional de personas con discapacidad del Ministerio de Salud y Protección Social.

- A nivel local, la efectividad del programa medida por los salarios generado para PCD se distribuyen en 23,28% para Cali, 20,45% para Bogotá y 18,31% para Medellín, mientras que el número de PCD beneficiaria es de 494 personas para la ciudad de Medellín, 483 para Cali y 309 personas para Bogotá.

Así mismo, entre las ciudades se evidenció como efecto de la Fase I del programa, una especialización en atención a los grupos categóricos de discapacidad que presentaban mayores problemas en el contexto local, de tal manera el 46,3% de los beneficiarios en Medellín fueron PCD cognitiva, mientras que Cali y Bogotá atendieron en 44,3% y 69,2% a PCD auditiva.

Además, analizando en conjunto los resultados (Tabla 11), Cali presentó el impacto local más importante del programa PP al repuntar en personas beneficiarias, beneficiarios de formación, empresas con personas contratadas, vacantes disponibles generadas, además de ser la ciudad con mayor participación sobre los salarios generados por el programa. No obstante, el programa PP tiene como reto disminuir la alta tasa de deserción de los programas formativos que alcanza la ciudad de Cali.

**Tabla 11. Intervención local: Programa Pacto de Productividad (PP).**

		BOG	MED	CAL
<i>Operativa</i>	Personas beneficiadas	309	494	483
	Beneficiarios de formación	158	343	352
	Tasa de deserción	6,0%	16,0%	17,0%
	Empresas con personas contratadas	32	37	41
	Vacantes disponibles	278	241	288
<i>Territorial</i>	Diagnóstico y adaptación territorial, replicabilidad, gestión alcaldía-gobernación, conformación de equipos de trabajo y de redes, seguimiento al territorio.			
<i>Empresarial</i>	Gestión, Sensibilización, Capacitación, Diagnóstico, Implementación de ajustes, Remisión de Personas, Acompañamiento a la empresa.			
<i>Poblacional</i>	Participación de mesas locales categóricas de discapacidad, Formación, intermediación, seguimiento post vinculación laboral.			

Fuente: Elaboración propia con base en Pacto de Productividad (2015), FOMIM-BID (2015) y CORONA, ANDI Y ACDI VOCA (2016).

La Fase II (2015-actualidad) presenta impactos complementarios en las cuatro ciudades iniciales de intervención del programa, así como una importante transferencia de conocimiento del modelo inclusivo para que éste sea adaptado como modelo de gestión y atención a población vulnerable dentro del Servicio Público de Empleo (4.1), logrando una extensión a otras ciudades donde tiene presencia el programa y, por tanto, consolidando una red de aliados estratégicos en todo el escenario nacional. Según la información aportada por la Dirección del Programa Pacto de Productividad a finales del 2018, los principales avances de la Fase II se relacionan con asesorías y acompañamiento a agencias de empleo del SPE obteniendo los siguientes avances:

- Formación y transferencia de conocimiento del modelo a la red de prestadores del SPE logrando cobertura para 67 municipios, 135 centros de empleo, 36 funcionarios y 687 gestores.

- Intervención en 2 centros públicos de empleo adicionales a los 11 de la Fase I, así como asesorías a 8 empresas adicionales.
- Publicación de guías de protocolo de atención para gestores y para empresarios.
- Implementación de ajustes y mejoras a los servicios de 4 centros de empleo pilotos del programa para garantizar el acceso a la PCD.
- Actividades para adaptar los procesos, procedimientos y prácticas para la atención e inclusión de la PCD Física, visual, auditiva, visual y auditiva, cognitiva y psicosocial.
- Creación en 2018 del proyecto “Fondo de Oportunidades para el Empleo” dirigido a consolidar la apropiación de conocimiento del modelo de inclusión laboral con enfoque en el cierre de brechas y articular una red de Centros de Empleo Inclusivos.
- Intervenciones específicas en instituciones públicas y privadas de las cinco ciudades de análisis en temas como fortalecimiento de capacidades de gestión empresarial, ajustes razonables del modelo de inclusión y mitigación de barreras.

Finalmente, el programa PP ha iniciado un seguimiento a empresas de la ciudad de Bogotá que han sido acogidas por el programa en años anteriores, actualmente se han visitado 15 empresas seleccionadas, identificando 6 con prácticas activas de contratación, 5 con implementación de políticas de inclusión, 13 con procesos de inclusión laboral desde sus estrategias de Responsabilidad Social Corporativa, notables ajustes en flexibilización de requisitos por parte de gestión humana y uso de canales de interpretación, 12 empresas con necesidad de nuevas capacitaciones, así como 77 de 105 personas con continuidad laboral, lo que indica un sostenimiento de los empleos creados para PCD del 73,3%.

## **5. Conclusiones.**

Todas las ciudades presentan políticas públicas locales de discapacidad con distintos grados de intervención en materia de empleabilidad para PCD, Bogotá aprobó su política de discapacidad en el año 2007, mientras que Barranquilla la aprobó en el año 2015 tras un proceso de construcción colectiva. De igual manera se encontraron directrices nacionales y legislación sobre incentivos que buscan la formalización y fomento del empleo inclusivo para la PCD. Entre tales medidas se encontraron la obligatoriedad de cuotas de empleo para instituciones públicas locales que oscilan entre el 0,5% y 2,0% como meta para el año 2019; directrices para las distintas entidades en formulación de programas públicos de empleo inclusivo; normativas para el teletrabajo en garantía de los derechos laborales; y un amplio paquete de incentivos para las empresas inclusivas entre los que se encuentran deducciones y descuentos en el impuesto sobre la renta, descuentos complementarios de los aportes parafiscales, preferencia en procesos de contratación pública, reducciones en la cuotas obligatorias de aprendices, descuentos arancelarios sobre la importación de maquinaria y equipo especializado para la PCD, así como preferencias en licitaciones, préstamos y subvenciones del estado.

Respecto a los anteriores aspectos, se encontraron avances a nivel local en las cuotas de empleo para PCD en las instituciones públicas de las ciudades, especialmente en las de Bogotá y Cali que presentaron un 7,4% y 5,1% de empleados con discapacidad. No obstante, las cifras disponibles son para el conjunto local de instituciones públicas y, por tanto, tales resultados no implican que a nivel per cápita las instituciones estén cumpliendo con las cuotas exigidas por la ley.

El sector de servicios es el más incluyente en términos de la capacidad para generar empleo dirigido a la PCD. No obstante, el conjunto de ciudades de análisis, a pesar de concentrar el principal



aparato productivo y económico del país, tiene tasas de trabajadores por cuenta propia más altas que el promedio nacional, aunque bien con una menor tasa de trabajadores familiares sin remuneración.

Sin embargo, las ciudades presentan generalizadamente signos alarmantes. A nivel de desempleo Barranquilla, Cali y Medellín superan de manera crítica a la media del país con tasas del 41,0%, 38,9% y 31,1% respectivamente. A nivel de ocupación todas las ciudades presentan una situación grave con tasas que apenas oscilan entre el 8,8% y el 13,7%. Además, los niveles de ocupación sin ningún contrato laboral alcanzan preocupantemente tasas del 69,0% y 81,2%, mientras que la participación de trabajadores que no alcanzan el umbral de 1 SMMLV oscila entre el 61,1% y 73,6% de los ocupados; por si fuese poco, las coberturas en capacitación para el trabajo alcanzan un máximo de 6,8% de PCD atendida a pesar del alto número de requerimientos de capacitación.

Además, la evidencia da indicios de que las ciudades y el país están respondiendo de manera sistemática a las necesidades de inclusión al empleo de la PCD, priorizando las categorías de discapacidad que tienen una mayor representatividad demográfica, lo que está generando, por tanto, disparidades entre la misma PCD, tal caso toma una especial relevancia en la evidencia local de Medellín y Barranquilla; pero es este último caso donde hay mayor presencia de niveles de ocupación más heterogéneos entre los grupos de discapacidad, por lo que la PCD de Barranquilla debe enfrentarse a una mayor desigualdad para emplearse en razón al tipo de discapacidad que presente.

Así mismo, deben priorizarse en la agenda local programas de capacitación laboral para el grupo de PCD de voz y habla, ya que para este tipo de discapacidad las cinco ciudades de análisis presentaron únicamente un total de 78 personas atendidas, además, debe establecerse medidas que orienten a la adaptabilidad de los espacios de trabajo para garantizar la accesibilidad de la PCD de movilidad y de patologías múltiples cuyos grupos presentaron los mayores reclamos de barreras laborales infraestructurales.

Las estimaciones de la función de emparejamiento laboral para PCD muestran altas asimetrías con respecto a las probabilidades de encontrar trabajo y de ocupar vacantes que dejan en evidencia la necesidad de establecer políticas activas de empleo con enfoque local que, entre otros factores, mejoren los procesos y las competencias blandas de búsqueda de empleo para la PCD en Colombia. Por tanto, tales políticas deben diseñarse en contexto con la capacidad local empresarial para generar empleo; con la capacidad local institucional para conectar la demanda y la oferta de trabajo de manera que se reduzcan las asimetrías; y, por supuesto, con la capacidad de la gestión local para adaptar medidas que respondan a los requerimientos y atenciones específicas de cada tipo de discapacidad.

Por lo anterior, se hace indispensable replicar un llamado a los hacedores de políticas públicas, para que las medidas de inclusión al mercado laboral se configuren y se adapten desde una perspectiva y tratamiento con enfoque local y descentralizado, que permita, por tanto, la construcción de políticas que respondan con efectividad a las características, problemáticas y oportunidades presentes en el contexto territorial.

No obstante, se encontraron en las ciudades de estudio distintas iniciativas de empleo que consideran el contexto local como una variable clave para la efectividad de las políticas y que presentan buenas prácticas para reducir las asimetrías entre la demanda y la oferta de trabajo, y con ello incrementar la empleabilidad de la PCD, entre los casos locales más exitosos se encontraron el Servicio Público de Empleo, el Programa de Vigilancia Inclusiva Securitas y el Programa Pacto de Productividad.

Tales iniciativas articulan una intervención a nivel poblacional (con procesos de orientación, formación, intermediación, entrega de recursos, vinculación laboral directa, seguimiento post vinculación laboral y participación de mesas locales de cada categoría de discapacidad), a nivel empresarial (con estrategias de acompañamiento, sensibilización, capacitación, diagnóstico, remisión de personas e implementación de ajustes) y a nivel de territorio (con alianza con alcaldías, gobernación y otras entidades de apoyo, consecución de operadores y de clientes locales, análisis de los mercados

locales de trabajo, procesos de replicabilidad, conformación de redes de trabajo, y diagnósticos y seguimientos territoriales).

Finalmente, se recomienda la importancia de priorizar en la agenda de investigación en discapacidad de Colombia estudios y estrategias de empleo para PCD que se aborden desde un enfoque local, ya que tal perspectiva puede determinar un efecto más directo sobre las problemáticas estructurales del mercado de trabajo al poder realizar una gestión del empleo con base al contexto, dinámicas y ventajas propias del territorio, además de asignar posibilidades de: integrar iniciativas multisectoriales en una estrategia única común al espacio local, trabajar de forma directa en la ordenación de la oferta y la demanda de trabajo, facilitar la coordinación entre los distintos actores (instituciones, empresas, trabajadores) con apropiación por las problemáticas de empleo, atender las necesidades específicas de cualificación del mercado local y apoyarse de las posibilidades potenciales de desarrollo endógeno del territorio.

## Agradecimientos

Esta publicación ha sido posible con el apoyo financiero de la Generalitat Valenciana y de la Cátedra "Aguas de Alicante de Inclusión Social" de la Universidad de Alicante (España). El contenido de esta publicación es responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja necesariamente la opinión de la Generalitat Valenciana ni de la Universidad de Alicante.

## Referencias

- Agovino, M., & Rapposelli, A. (2017). Evaluation of the Matching Process of Disabled People Through a Macroeconomic Approach: the Italian Case. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 10(1), 139-159.
- Albuquerque, F. (2004). Desarrollo económico local y descentralización en América Latina. *Revista de la CEPAL*, 82, 157-171.
- Antczak, E., Gałęcka, E., & Pater, R. (2018). Unemployment and vacancy flows in spatial labour market matching at the regional level. The case of a transition country. *Journal of Applied Economics*, 21(1), 25-43.
- Berman-Bieler, R. (2007). *El desarrollo inclusivo, un aporte universal desde la discapacidad*. Washington: Banco Mundial.
- Blanchard, O., & Diamond, P. (1994). Ranking, Unemployment Duration, and Wages. *The Review of Economic Studies*, 61(3), 417-434.
- Cabrero, G., Serrano, C., & Toharia, L. (2009). *Evaluación de las políticas de empleo para personas con discapacidad y formulación y coste económico de nuevas propuestas de integración laboral*. Madrid: Cinca.
- Castillo, M., Castro, J., Raffo, L., & Mora, J. (2018). El emparejamiento en el mercado laboral del valle del cauca. *Cuadernos de Economía*, 37(74), 523-554.
- Castro, L. (2017). Análisis sectorial de la función de emparejamiento en Colombia: eficiencia del Servicio Público de Empleo, *Revista ESPE - Ensayos sobre Política Económica*, 35(83), 101-129.
- Coles, M., & Smith, E. (1996). Cross-Section Estimation of the Matching Function: evidence from England and Wales. *Económica*, 63(252), 589-597.

- CORONA., ANDI., & ACDI VOCA. (2016). *15 iniciativas exitosas en materia de inclusión laboral para población vulnerable*. Recuperado de <http://proyectos.andi.com.co/Gerencia%20Arquitectura%20Social%20-%20Fundacion%20ANDI/Empleo%20Inclusivo/Documento%20Interactivo%20Modelo%20de%20Empleo.pdf>
- Correa, L., & Castro, M. (2016). *Disability and Social inclusion in Colombia. Saldarriaga-Concha Foundation Alternative Report to the Committee on the Rights of Persons with Disabilities*. Bogotá: Saldarriaga Concha Foundation Press.
- Cruz, I., & Hernández, J. (2010). Magnitud de la discapacidad en Colombia: una aproximación a sus determinantes. *Revista Ciencias de la Salud*, 6(3), 23-35.
- Cruz, I., Duarte, C., Fernández, C., & García, A. (2017). Hacia la formulación de una Agenda de Investigación en Discapacidad para Colombia. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35(2), 225-235.
- DANE (2018). *Reloj de población nacional*. Recuperado de: <http://www.dane.gov.co/reloj/>
- Espinosa, O. (2016). Participación laboral de personas en situación de discapacidad. Análisis desde un enfoque de género para Colombia. *Economía: teoría y práctica*, 45, 137-167.
- Fedorets, A., Lottmann, F., & Stops, M. (2019). Job matching in connected regional and occupational labour markets. *Regional Studies*, 53(8), 1085-1098.
- FOMIM-BID (2015). *Reporte final del estado del proyecto ATN/ME-11368-CO: Programa de inserción laboral productiva para personas con discapacidad*. Recuperado de <https://www.iadb.org/es/project/co-m1033>
- Fundación Demuca. (2011). *Políticas locales para la promoción del empleo*. San José, Costa Rica: Demuca.
- Hernández, J., & Hernández, I. (2005). Una aproximación a los costos indirectos de la discapacidad en Colombia. *Revista de Salud Pública*, 7(2), 130-144.
- Infante, B., & Sunkel, O. (2009). Chile: hacia un desarrollo inclusivo. *Revista CEPAL*, 97, 135-154.
- Jiménez, A., & Huete, A. (2011). *Estudio sobre el agravio comparativo económico que origina la discapacidad*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid - Leganés.
- McQuaid, R. (2006). Job search success and employability in local labor markets. *The Annals of Regional Scienc*, 40, 407-421.
- Metts, R. (2004). *Disability and development*. Background paper prepared for the Disability and Development Research Agenda Meeting in the World Bank, November 16, 2004. Washington: World Bank.
- Ministerio de Salud y Protección Social (2014). *Manual de usuario del aplicativo web Registro para la Localización y Caracterización de Personas con Discapacidad*. Bogotá: Gobierno de Colombia.
- Ministerio de Salud y Protección Social (2018a). *Registro para la Localización y Caracterización de las Personas con Discapacidad del Sistema Integral de Información de la Protección Social. RLCP - SISPRO*. Recuperado de: <https://reg.discapacidad.sispro.gov.co/RLCPD> (junio 30 de 2018).

- Ministerio de Salud y Protección Social (2018b). *Sala situacional de las Personas con Discapacidad - Febrero 2018, Colombia: Observatorio Nacional de Discapacidad*. Recuperado de <http://ondiscapacidad.minsalud.gov.co/Paginas/Home.aspx>
- Ministerio de Trabajo (2018). *Servicio Público de Empleo*. Recuperado de <http://www.serviciodeempleo.gov.co/> (agosto 10 de 2018)
- Mora, J., & Santacruz, J. (2007). Emparejamiento entre desempleados y vacantes para Cali: un análisis con datos de panel. *Revista Estudios Gerenciales*, 23(105), 85-91.
- Mortensen, D. (1986). Job Search and Labor Market Analysis. In *Handbook of Labor Economics II*, by Richard Layard, Orley Ashenfelter and David Card, 849-919. Amsterdam: Elsevier.
- Mortensen, D., & Pissarides, C. (1999). New Developments in Models of Search in the Labor Market in *Handbook of Labor Economics III*, by Orley Ashenfelter and David Card, pp. 2567-2627. Amsterdam: Elsevier.
- Pacto de Productividad (2015). *Pacto de Productividad: Promoviendo la Inclusión Laboral de personas con discapacidad*. Bogotá: Puntoaparte.
- Parckar, G. (2008). *Disability Poverty in the UK*. London: Leonard Cheshire Disability.
- Pissarides, C. (2000). *Equilibrium Unemployment Theory. Second Edition*. Cambridge: The MIT Press.
- Securitas Colombia (2016). *Securitas sostenible: informe Global Reporting Initiative 2016*. Recuperado de <https://www.securitas.com.co/sostenibilidad/informes-gri/>
- Securitas Colombia (2018). *Empleo sostenible e inclusivo: informe Global Reporting Initiative 2018*. Recuperado de <https://www.securitas.com.co/sostenibilidad/informes-gri/>
- Stigler, G. (1962). Information in the Labor Market. *Journal of Political Economy*, 70(5), 94-105.
- Velandia, S., Castillo, M., & Ramírez, M. (2018). Acceso a la educación superior para personas con discapacidad en Cali, Colombia: paradigmas de pobreza y retos de inclusión. *Lecturas de Economía*, 89, 69-101.



## Transmisión de volatilidad en el Mercado Integrado Latinoamericano (MILA): una evidencia del grado de integración

FUENTES VÉLEZ, MARIANA

Universidad Eafit (Colombia)

Correo electrónico: [mfuente1@eafit.edu.co](mailto:mfuente1@eafit.edu.co)

PINILLA BARRERA, ALEJANDRO

Universidad Eafit (Colombia)

Correo electrónico: [apinill2@eafit.edu.co](mailto:apinill2@eafit.edu.co)

### RESUMEN

Este trabajo da cuenta del avance en la integración del Mercado Integrado Latinoamericano (MILA), mediante el estudio de la relación dinámica entre las volatilidades de los mercados que lo componen: Colombia, México, Perú y Chile. Para esto, se usaron datos, desde 2002 hasta 2018, de los índices accionarios representativos de cada una de las bolsas de valores de los países miembros. Debido a las características particulares que tienen las series financieras, como la no estacionariedad y la varianza dinámica a lo largo del tiempo, se aplican las técnicas de series de tiempo, específicamente, los modelos de la familia GARCH con un enfoque multivariado que permitan capturar la relación existente entre los mercados. Se encontró que individualmente las series son procesos integrados de orden 1 y presentan efectos ARCH. Si bien la existencia de interdependencia de volatilidad entre los mercados es latente y varía a lo largo del tiempo, los resultados de este estudio muestran que esta relación no presenta un aumento significativo después de la conformación del MILA. Así, pese a que los mercados están interrelacionados, la interdependencia no es tan fuerte y, por lo tanto, cada uno de los mercados mantiene fuerte independencia del resto. En otras palabras, la integración no se ha alcanzado completamente y, con ello, las ventajas de esta solo se han evidenciado parcialmente en cada una de las bolsas.

**Palabras clave:** MILA, Modelos GARCH Multivariados, integración bursátil, transmisión de volatilidad, Mercados Latinoamericanos.

**Clasificación JEL:** C32; G15; C58.

**MSC2010:** 62P05; 62P20; 91G70.

# Transmission of volatility in the Latin American Integrated Market (MILA): evidence of the degree of integration

## ABSTRACT

This paper presents the progress in the integration of the Latin American Integrated Market (MILA by its Spanish acronym) by studying the dynamic relationship between the volatilities of the markets that conform it: Colombia, Mexico, Peru and Chile. To achieve this objective, data between 2002 and 2018 from the stock exchanges' representative indices of each MILA member was used. Due to the particular characteristics of the financial series, such as non-stationarity and dynamic variance over time, time series techniques were applied, specifically, the models of the GARCH family with a multivariate approach captures the relationship existing between markets. It was found that individually all series are integrated processes of order 1 and present ARCH effects. Even though the existence of interdependence of volatility between markets is latent and varies over time, the results of this study show that this relationship does not represent a significant increase after the conformation of the MILA. This fact suggests that, although the markets are interrelated, the interdependence is not strong and therefore each of the markets maintain independence. The integration has not been fully achieved and the advantages of this have only been partially shown in each of the stock exchanges.

**Keywords:** MILA, Multivariate GARCH Model, stock exchange integration, volatility transmission, Latin American Stock Markets.

**JEL classification:** C32; G15; C58.

**MSC2010:** 62P05; 62P20; 91G70.



## 1. Introducción.

Las economías de Colombia, Perú, Chile y México se consideran entre las más prometedoras de los países emergentes latinoamericanos. Sin embargo, sus mercados accionarios no están tan desarrollados como los de otros países de la misma categoría, por ejemplo, Brasil. Esta situación también es vivida por países desarrollados como Francia, cuya bolsa de valores no es tan avanzada como la estadounidense. Estas diferencias en el ámbito bursátil hacen necesaria la creación de mecanismos de integración de las bolsas para alcanzar niveles similares a los de países con un mercado bursátil más desarrollado. Algunos de los procesos de integración que han tenido éxito son: Euronext, constituido en el 2000 por las bolsas de valores de Ámsterdam (Holanda), París (Francia) y Bruselas (Bélgica), al que luego se le suman Lisboa y Oporto (Portugal); y OMX Nordic, conformado en el año 2004 por las bolsas de valores de Estocolmo (Suecia), Reikiavik (Islandia), Helsinki (Finlandia) y Copenhague (Dinamarca).

Ante este panorama, Colombia, Perú y Chile, en el 2009, inician el primer proceso de integración bursátil en Latinoamérica, dando origen al Mercado Integrado Latinoamericano (MILA). Posteriormente, en el año 2014, se les sumaría México. El objetivo era aumentar la liquidez, la diversificación, la capitalización bursátil, el número de emisores y los volúmenes de transacción que permitieran aprovecharse de la complementariedad de los mercados (Agudelo, Barraza, Castro & Mongrut, 2012). Es importante destacar que la integración mantuvo la independencia de cada mercado en aspectos normativos y regulatorios, y las negociaciones se realizaron en la moneda respectiva de cada país.

El objetivo de este trabajo es establecer empíricamente si se tiene evidencia de que la integración efectivamente ha sucedido, y si se ha logrado que el MILA se convierta en algo más que la suma de sus partes. Dicho de otro modo, se busca determinar si se ha materializado la idea de un mercado cuya dinámica de crecimiento y desarrollo esté en la trayectoria seguida por los mercados de Brasil o Estados Unidos. Para contrastar la hipótesis del trabajo, este artículo estudiará la transmisión de volatilidad que ocurre en los mercados, ya que, se espera *a priori* que, si la integración efectivamente ha ocurrido, la transmisión de volatilidad de los mercados debe ser mayor a la que se tenía antes de la conformación del MILA. Por esta razón, se recurre a la metodología del GARCH multivariado que permite: capturar y medir los choques de volatilidad que afectan a cada uno de los mercados de estudio y determinar si los choques de las distintas bolsas de valores están relacionados y en qué magnitud.

El artículo se compone de cinco partes: en primer lugar, se ofrece una revisión de los estudios previos que se han realizado al respecto; luego, se explica la metodología a seguir y la sustentación teórica del modelo empleado; en tercer lugar, se presenta un análisis de los datos que se recolectaron de los rendimientos semanales de las bolsas de valores de los miembros del MILA y se postula el modelo desarrollado en este estudio; posteriormente, se presentan los resultados obtenidos y, finalmente, las conclusiones.

## 2. Revisión de la literatura.

Desde el punto de vista de los mercados, Tomanes (1990) considera que una integración económica es: “un proceso a través del cual dos mercados previamente separados y de dimensiones unitarias estimadas se unen para formar un mercado único (mercado común) de una dimensión adecuada” (p.170). Diversos trabajos acerca de integración de mercados financieros, en su mayoría enfocados a países desarrollados, han permitido evidenciar las ventajas de la integración, así como las transmisiones de volatilidades y los efectos de los choques de volatilidad en estos. Sin embargo, la consolidación del MILA despertó el interés de muchos académicos de estudiar el mercado latinoamericano.

Para los países desarrollados se destacan los estudios realizados por Engle y Susmel (1994), Hamao, Masulis y Ng (1990 y 1991), Fraser y Power (1997), Kanas (1998a) y Fratzscher (2002) quienes

estudian la integración bursátil internacional examinando lo que se denomina derramamiento de volatilidad entre los mercados. Para esto, los autores utilizan modelos de tipo GARCH tanto univariado como multivariado, en donde, encuentran evidencia empírica a favor de la integración bursátil y la transmisión de volatilidad entre los mercados.

Por otro lado, Kansa (1992), Richards (1995), Choundhry (1996), Baillie y Bollerslev (1989), Kanas (1998b) y Hamori e Imamura (2000) estudian el fenómeno de integración bursátil de los países desarrollados mediante un enfoque de cointegración, encontrando que existen vínculos de interdependencia entre los mercados desarrollados, lo que implica que los mercados bursátiles desarrollados convergen hacia una misma tendencia de largo plazo.

Más recientemente, se destacan los artículos de Piffaut y Miró (2016) y Camargo, Sanabria y López (2012). El primero, mide el efecto contagio entre los mercados de Estado Unidos, Europa y Asia utilizando el modelo de correlaciones dinámicas condicionadas (DCC) de Engle (2002), y concluye que el S&P 500 está positivamente relacionado con índices europeos y asiáticos (Piffaut y Miró, 2016). El segundo, presenta cómo la incorporación de más países a la Unión Europea aumenta el grado de integración de los mercados financieros, debido a la unificación de la moneda y a la facilidad para invertir en múltiples bolsas. Sin embargo, la crisis griega afecta a los diferentes países de la Unión Europea. Para medir el impacto, utilizan modelos de volatilidad estocástica multivariada de factores aditivos y el filtro de Kalman. Los autores encuentran que los mercados se comportan de manera similar en periodos de alta volatilidad y el rendimiento está explicado en su mayoría por el riesgo sistemático y no por el riesgo ideosincrático. Adicionalmente, los resultados sugieren que los choques internos afectan la estabilidad económica y la integración financiera de la región (Camargo, Sanabria y López, 2012).

Para la presentación de la primera integración financiera de la región latinoamericana, Ariza y Díaz (2015) incluyen un análisis *a priori* de las economías individuales, con el fin de compararlas con los resultados obtenidos de la integración. Allí, se relata cómo el MILA inicia sus operaciones en el 2011 únicamente con las bolsas de Chile, Colombia y Perú. México se integraría en el año 2014. Entre el 2011 y el 2014, tomando algunos indicadores como el monto negociado de los valores, la capitalización bursátil, los emisores y la cantidad de operaciones, el MILA presenta un incremento considerable de dichos indicadores, alcanzando unos de los objetivos trazados. Con todo, las oportunidades de inversión han sido limitadas debido a que únicamente es posible negociar títulos de renta variable y dado que es necesario ajustar los asuntos tributarios, que representan barreras de entrada e incertidumbre para los inversionistas al igual que el riesgo de tipo de cambio.

Cheng, Firth y Rui (2002) parten de la teoría financiera respecto a las ganancias adicionales obtenidas con la diversificación internacional para estudiar la dependencia de los mercados latinoamericanos. Utilizando la metodología de vectores autorregresivos de Johansen, llegan a la conclusión de que la diversificación es limitada en Latinoamérica porque los mercados están cointegrados y presentan múltiples características comunes que dificultan la variación individual de los mercados. En otras palabras, el hecho de que los mercados bursátiles latinoamericanos se muevan en la misma dirección impide la diversificación del riesgo sistémico local.

Siguiendo esta línea, Cardona, Gutierrez y Agudelo (2015) muestran cómo los países latinoamericanos, cuya integración financiera ha ido aumentando con el tiempo, transmiten las perturbaciones y, en menor proporción, la volatilidad. Esta transmisión va, principalmente, de países grandes a pequeños, por ejemplo, de Estados Unidos a Colombia. No obstante, también hay que mencionar que esta transmisión va de países como Brasil y México a Estados Unidos. Con estas evidencias, se reafirma el rol de liderazgo del mercado brasilero para la región, pero también se destaca la importancia del mercado mexicano. De igual manera, los autores introducen dos formas de transmisión de volatilidad propuestas por Engle, Ito y Lin (1990). De un lado, el planteamiento de “las olas de calor” consiste en que las fuentes de volatilidad son específicas de cada país o región. De otro lado, el planteamiento de “la lluvia de meteoros” alude a la transmisión de volatilidad entre diferentes mercados, países o regiones. No sobra anotar que, respecto a este tema bursátil en Latinoamérica, en el



artículo se presentan teorías relacionadas con el efecto apalancamiento o asimetría de los retornos (King, Sentana y Wadhvani, 1994).

La formación del MILA representa una diversificación “geográfica y sectorial”, por lo que se convierte en una opción atractiva para los inversionistas (Agudelo, Barraza, Castro y Mongrut, 2012, p. 6). En el artículo “Liquidez en los mercados accionarios latinoamericanos: estimando el efecto del mercado integrado Latinoamericano (MILA)”, Agudelo, Barraza, Castro y Mongrut (2012) referencian beneficios de la integración encontrados por Schmiedel y Schonenberger (2005) como las externalidades positivas y las economías de escala, que reducen los costos de transacción y se puede apreciar en el aumento de la eficiencia en la negociación de activos. Para demostrar esto, Agudelo, Barraza, Castro y Mongrut (2012) utilizan diferentes medidas de liquidez intradiaria y obtienen una relación directa entre la volatilidad y la liquidez, al igual que los ahorros en los costos de transacción y la actividad bursátil.

Guzmán, Ramírez y Romero (2013), por su parte, analizan la integración financiera entre Chile, Colombia y Perú. Para ello, comparan el portafolio óptimo de cada país con el de la integración y sus principales indicadores, como la rentabilidad. Para esto retoman desde el concepto de integración, incluyendo allí la eliminación de cualquier posibilidad de arbitraje, y los múltiples estudios previos que sostienen las diferentes condiciones para que el mercado sea integrado. Así, los autores referencian trabajos como el de Heston, Rouwenhorst y Wessels (1995), quienes utilizan diferentes indicadores, como la rentabilidad de una acción en diferentes países bajo las mismas condiciones de riesgo o el modelo APT (*Arbitrage Pricing Theory*). Lo observado por Guzmán, Ramírez y Romero es que sí existe cierto grado de integración y que esta disminuye los beneficios de diversificación, ya que los resultados para el MILA no son significativamente mayores.

Finalmente, el artículo de Lahrech y Sylwester (2011) tiene como objetivo medir la integración de los países de América Latina con Estados Unidos a través de un modelo multivariado de la familia GARCH, específicamente, el modelo de correlación condicional dinámica planteado por Engle (2002). Para la selección del modelo, y como parte de su revisión de literatura, los autores incorporan estudios donde se obtiene como resultado que la correlación no es constante a lo largo del tiempo y sus variaciones son significativas en periodos como la Gran Depresión o finales del siglo XX. Adicional a esto, también utilizan un modelo de transición suavizada para capturar las variaciones estructurales en las correlaciones condicionales. Este resultado es importante porque muestra el cambio del portafolio óptimo explicado por la teoría de la diversificación aplicada en los cambios en las correlaciones. A su vez, estos cambios en las correlaciones pueden ser expuestas a través la transmisión de los choques.

### 3. Metodología y estimación.

Históricamente, la metodología de Box y Jenkins (1970) ha sido la técnica más utilizada para encontrar un modelo que logre recoger el comportamiento tendencial o de largo plazo de una serie financiera, debido a que los índices accionarios son más propensos a tener correlación serial que las acciones individuales (Chan, 1993). Esta metodología modela la serie como un proceso autoregresivo integrado de medias móviles (ARIMA). La especificación de estos modelos, si  $y_t \sim ARIMA(p, d, q)$  es:

$$\phi_p(L)\Delta^d y_t = \theta_q(L)\varepsilon_t$$

donde  $\phi_p(L)$  es el polinomio de rezagos de la parte autoregresiva,  $\theta_q(L)$  es el polinomio de rezagos asociado a la parte de medias móviles y  $d$  es el orden de integración de la serie, es decir, el número de veces que se debe diferenciar  $y_t$  para que sea estacionaria. Diversas pruebas han sido propuestas para encontrar el orden de integración de las series, siendo las más comunes el *Dickey-Fuller* aumentado (Dickey y Fuller, 1979) y la prueba propuesta por Phillips y Perron (1988).

- Regresión *Dickey-Fuller* aumentado:

$$\Delta y_t = \alpha + \beta_t + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_i y_{t-i} + \mu_t$$

- Regresión *Phillips-Perron*:

$$y_t = \alpha + \rho y_{t-1} + \mu_t$$

Como lo mencionan Chen, Firth y Meng Rui (2002), los *tests* difieren en la forma como tratan los problemas de correlación serial. El *Phillips-Perron* es más robusto a correlaciones seriales y heterocedasticidad. En ambas pruebas la hipótesis nula o a contrastar, es que la serie en cuestión no es estacionaria, es decir, que  $\gamma = 0$  (en *Dickey-Fuller* aumentado) o  $\rho = 1$  (en *Phillips-Perron*). Por lo tanto, rechazar la hipótesis nula equivale a aceptar que las series son estacionarias.

Una extensión a la metodología de los modelos ARIMA que captura las dinámicas de corto plazo de la varianza del término de perturbación  $\varepsilon_t$  son los modelos de heterocedasticidad condicional autoregresiva generalizada (GARCH), los cuales, fueron desarrollados inicialmente por Engle (1982) y Bollerslev (1986). De forma general, un proceso GARCH(p,q) se representa como:

$$\varepsilon_t = \sqrt{h_t} z_t, z_t \sim N(0,1)$$

$$h_t = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-j}$$

La prueba usual para evaluar la presencia de efectos de heterocedasticidad condicional o efectos ARCH, es el *test* de multiplicadores de *Lagrange*. El *test* se divide en dos etapas. En la primera etapa, se regresa la serie en consideración,  $r_t$ , contra una constante  $\mu$ :

$$r_t = \mu + \varepsilon_t$$

obteniendo los residuales estimados  $\hat{\varepsilon}_t$ . Posteriormente, se regresa  $\hat{\varepsilon}_t^2$  contra  $p$  rezagos de este:

$$\hat{\varepsilon}_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \hat{\varepsilon}_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \hat{\varepsilon}_{t-p}^2 + \mu_t$$

obteniendo el estadístico  $TR^2$  el cual distribuye  $\chi_p^2$  y donde  $T$  es el número de períodos de la serie y  $R^2$  es el coeficiente de determinación de la última regresión. La hipótesis nula  $H_0 = \alpha_1 = \dots = \alpha_p = 0$ , es decir, que  $\hat{\varepsilon}_t^2$  no presenta problemas de correlación y entonces los fenómenos de heterocedasticidad condicional no existen, así, las series son homocedásticas.

Existen especificaciones alternativas de estos modelos que permiten capturar aspectos particulares de las series como la asimetría (Black, 1976), la cual está relacionada con los efectos diferenciados que generan las noticias negativas a las positivas. Algunos de estos modelos son: el SAARCH de Engle (1990); el TGARCH de Zakoian (1994); el GJR-GARCH de Glosten, Jagannathan y Runkle (1993); y el APARCH de Ding, Engle y Granger (1993). En este trabajo se utiliza la especificación del GJR-GARCH para capturar dichos efectos en las series individuales, la cual se muestra a continuación para un GARCH(1,1) GJR-GARCH(1):

$$h_t = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1} + \gamma I(\varepsilon_{t-1} < 0) \varepsilon_{t-1}^2$$

donde  $\gamma$  captura el efecto asimétrico a través de la variable *dummy*  $\gamma I(\varepsilon_{t-1} < 0)$  que toma el valor de \$1\$ cuando la perturbación es negativa y cero en otro caso.

Los modelos descritos anteriormente resultan efectivos para modelar las series univariadas, sin embargo, cuando se quieren abordar diferentes índices financieros para explicar el comportamiento de uno de ellos en particular y explorar la relación que posee con los otros, el camino adecuado es por medio de modelos híbridos. Por lo tanto, se hace necesario utilizar técnicas que se expliquen de forma multivariada, manteniendo predicciones exactas y conservando la tendencia de los datos sobre el período predicho (Babu y Reddy, 2014).

Siguiendo esta línea de pensamiento y considerando los rasgos idiosincráticos de las series financieras, como la no estacionariedad y la inercialidad, resulta adecuado para este trabajo utilizar los modelos del tipo GARCH multivariado. El modelo GARCH multivariado generaliza el modelo GARCH univariado, permitiendo capturar las interacciones existentes entre distintas series de tiempo a través de las varianzas condicionales y manteniendo las ventajas de su homólogo univariado. En la literatura existen diversas especificaciones para estos modelos que difieren en términos de flexibilidad y parsimonia. Bauwens, Laurent y Rombouts (2006) distinguen tres enfoques diferentes para construir modelos GARCH multivariados:

- Generalizaciones directas del GARCH univariado de Bollerslev (1986), entre las que se destacan: el modelo VECH y el VECH diagonal propuestos por Bollerslev, Engle y Wooldridge (1988); y el modelo BEKK de Baba, Engle, Kraft, y Kroner (1991).
- Combinaciones lineales de modelos GARCH univariados como el modelo GARCH ortogonal propuesto por Alexander y Chibumba (1997) o el modelo GO-GARCH de Van der Weide (2002).
- Combinaciones no lineales de modelos GARCH univariados como el modelo de correlación condicional constante (CCC) de Bollerslev (1990), o el modelo de correlación condicional dinámica (DCC) de Engle (2002).

En este estudio se emplea el enfoque de combinaciones no lineales de modelos GARCH multivariados, particularmente el modelo DCC debido a que presenta dos ventajas claras respecto a los modelos de los otros enfoques. La primera, es que permite escoger una especificación *ad hoc* del tipo GARCH para cada una de las series consideradas, desde el GARCH estándar hasta el *Threshold-GARCH*. Esta característica permite gran flexibilidad, ya que podemos escoger el modelo que mejor se ajuste a cada serie, capturando las características particulares de cada una; la segunda ventaja, es que los modelos desde este enfoque son más parsimoniosos, especialmente si se comparan con los modelos VECH y BEKK (Boffelli y Urga 2016). Además, el modelo DCC es preferible respecto a modelos como el CCC porque permite que la correlación condicional varíe a lo largo del tiempo, capturando la dinámica de los mercados en respuesta a las innovaciones y evitando la aparición de sesgo por volatilidad (Celik, 2012). Por estos motivos, autores como Cho y Parhizgari (2008) consideran que este modelo proporciona una medida superior de la correlación.

Por otro lado, desde el punto de vista empírico, la metodología del GARCH multivariado DCC ha sido utilizada en amplios estudios de naturaleza similar, es decir, para estudiar los vínculos entre los mercados financieros y los efectos contagio entre estos. Algunos de los trabajos más importantes son: Celik (2012) estudia el efecto contagio de entre algunos países emergentes; Cho y Parhizgari (2008), y Chiang, Jeon y Li (2007) centran su estudio en Asia; Syllignakis y Kouretas (2010, 2011) aplican la metodología para evaluar la integración de los mercados europeos; Najeeb, Bacha, y Masih (2015) investigan los límites en la diversificación de portafolios; Piffaut y Miró (2016) miden el efecto contagio entre Estados Unidos, Europa y Asia; y, Lahrech y Sylwester (2011) miden la integración de los países de América Latina con Estados Unidos.

### **3.1. Especificación.**

La especificación de los modelos GARCH multivariados requiere de la correcta especificación de la media y la varianza condicionales. La media condicional se puede especificar de forma general como un modelo VARMA:

$$Y_t = \Phi_0 + \Phi_1 Y_{t-1} + \dots + \Phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

$$\varepsilon_t = H_t^{1/2} z_t$$

$$\text{Var}(Y_t | \Omega_{t-1}) = \text{Var}(\varepsilon_t | \Omega_{t-1}) = H_t^{1/2} \text{Var}(z_t | \Omega_{t-1}) H_t^{1/2'} = H_t$$

donde  $z_t$  es un vector aleatorio independiente e idénticamente distribuido tal que  $E(z_t) = 0$  y  $\text{Var}(z_t) = I_n$  (matriz identidad de orden  $n$ ).  $\Omega_{t-1}$  denota la matriz de información en el período  $t - 1$ . Y  $H_t$  es la matriz de varianzas y covarianzas condicional del proceso. La diferencia entre los distintos modelos GARCH multivariados radica en la especificación de la matriz  $H_t$ . Particularmente, para el modelo DCC usado en este trabajo, la especificación de la matriz  $H_t$  es:

$$H_t = D_t R_t D_t$$

$$D_t = \text{diag}(h_{11,t}^{1/2}, \dots, h_{nn,t}^{1/2})$$

$$R_t = \text{diag}(q_{11,t}^{-1/2}, \dots, q_{nn,t}^{-1/2}) Q_t \text{diag}(q_{11,t}^{-1/2}, \dots, q_{nn,t}^{-1/2})$$

$$Q_t = (1 - \lambda_1 - \lambda_2) \bar{Q} + \lambda_1 \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \left( \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right)' + \lambda_2 Q_{t-1}$$

$D_t$  es una matriz diagonal que contiene las desviaciones estándar calculadas por los modelos GARCH univariados de las series.  $R_t$  es la matriz de correlaciones de  $\varepsilon_t$  y depende de la matriz  $Q_t$ , la cual, contiene la información acerca de cómo varían las correlaciones a lo largo del tiempo. La idea de Engle es que los elementos de la matriz  $Q_t$  sigan un proceso GARCH (1,1) univariado. Así, la única restricción que hay que garantizar para que el proceso sea estacionario es que  $\lambda_1 + \lambda_2 < 1$ . Con esta especificación, la matriz  $\bar{Q}$  resulta ser la matriz de correlaciones incondicional, es decir, la matriz de correlaciones del largo plazo. Una particularidad de este modelo es que en el caso de que  $\hat{\lambda}_1$  y  $\hat{\lambda}_2$  resulten ser no significativos, el modelo termina siendo el CCC de Bollerslev.

### 3.2. Estimación.

La estimación de este modelo, generalmente, se realiza en dos etapas. En la primera etapa se estiman los  $n$  modelos GARCH univariados de las series para obtener las desviaciones estándar condicionales que componen la matriz  $D_t$ . Después, se hallan los residuales estandarizados como  $\zeta_t = D_t^{-1/2} \varepsilon_t$  y se procede a hallar la matriz  $R_t$ , donde los parámetros son estimados por máxima verosimilitud (MV). Esta estimación por MV se debe hacer en dos etapas. En la primera, se estiman los parámetros de los modelos univariados y, en la segunda, los parámetros concernientes a la dinámica de las correlaciones. Un estimador ineficiente pero consistente de  $R_t$  es la matriz identidad. Así, en la primera etapa de la estimación la función de log-verosimilitud es:

$$\text{Log}L_1(\theta_1) = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T [\log(\det(R_t)) + D_t^{-1} \varepsilon_t^2]$$

donde  $\theta_1$  es el conjunto de parámetros de todos los modelos GARCH univariados de cada una de las series. La segunda etapa de la estimación requiere maximizar la función de log-verosimilitud:

$$\text{Log}L_1(\theta_1 | \theta_2) = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T [\log(\det(R_t)) + (D_t^{-1} \varepsilon_t)' R_t^{-1} (D_t^{-1} \varepsilon_t)]$$

### 3.3. Funciones impulso-respuesta.

Finalmente, debido a las similitudes de la metodología GARCH multivariada con los procesos VARMA, resulta posible aplicar los análisis de impulso respuesta, introducidos por Sims (1990) para ver el comportamiento de la volatilidad ante un choque. Para ello, han surgido diversos enfoques, por ejemplo, el enfoque de Koop et al. (1996), el de Engel y Ng (1993) o el de Gallan et al. (1993), entre otros. En este trabajo se utilizarán las funciones impulso respuesta generalizadas (GIRF), propuestas por Koop et al. (1996) y Pesaran y Shin (1998). Estas funciones serán aplicadas a la volatilidad de las series, lo que se conoce como VIRF (funciones de impulso-respuesta de volatilidad). La VIRF representa el impacto de un choque en  $t$  de la variable  $i$  sobre la varianza condicional de la variable  $i$  en el período  $m$ , y se expresa de la siguiente forma:

$$VIRF(m, i, j) = E(H_{t+m} | \varepsilon_{i,t} = \delta_{i,t}, \Omega_{t-1}) - E(H_{t+m} | \varepsilon_{i,t} = 0, \Omega_{t-1})$$

donde  $H_{t+m}$  es la matriz de varianzas y covarianzas en el período  $t + m$ ;  $\delta_{i,t}$  es la magnitud del choque de la variable  $i$  en el período  $t$ ; y  $\Omega_{t-1}$  representa la información conocida en el período anterior al choque. El problema principal para determinar las VIRFs radica en el cálculo de los pronósticos o valores esperados de las varianzas de las series. Para el modelo DCC, el procedimiento fue detallado por Engle y Sheppard (2001) y consiste en 3 pasos:

1. Usando los modelos univariados de cada una de las series se determina la varianza individual con el fin de construir la matriz  $D_{t+m} | \Omega_t$  descrita en la metodología:

$$E(h_{i,t+1} | \Omega_t) = \omega + \alpha_i \delta_{i,t} + \beta_i h_{i,t}, m = 1$$

$$E(h_{i,t+1} | \Omega_t) = \omega + (\alpha_i + \beta_i) h_{i,t+m-1}, m > 1$$

2. Se pronostica la matriz  $Q_{t+m} | \Omega_t$ :

$$E(Q_{t+1} | \Omega_t) = (1 - \lambda_1 - \lambda_2) \bar{Q} + \lambda_1 \frac{\varepsilon_t}{\sqrt{h_t}} \frac{\varepsilon_t'}{\sqrt{h_t}} + \lambda_2 Q_t, m = 1$$

$$E(Q_{t+m} | \Omega_t) = (1 - \lambda_1 - \lambda_2) \bar{Q} + \lambda_1 E \left( \frac{\varepsilon_t}{\sqrt{h_{t+m-1}}} \frac{\varepsilon_t'}{\sqrt{h_{t+m-1}}} \middle| \Omega_t \right) + \lambda_2 Q_{t+m-1}, m > 1$$

Donde  $E \left( \frac{\varepsilon_t}{\sqrt{h_{t+m-1}}} \frac{\varepsilon_t'}{\sqrt{h_{t+m-1}}} \middle| \Omega_t \right) \approx E(Q_{t+m-1} | \Omega_t)$

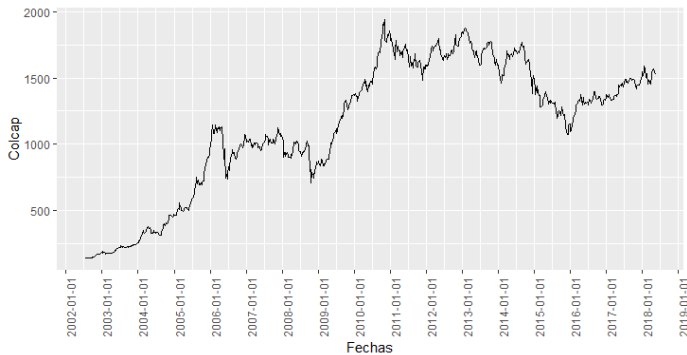
3. Finalmente, se estima la matriz de varianzas y covarianzas condicional:

$$E(H_{t+m} | \Omega_t) = E(D_{t+m} | \Omega_t) E(R_{t+m} | \Omega_t) E(D_{t+m} | \Omega_t)$$

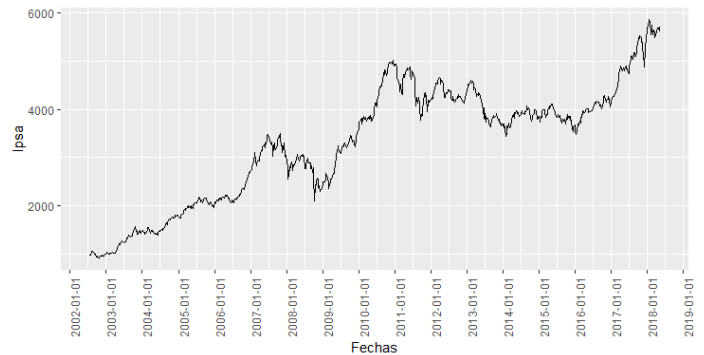
### 4. Hechos estilizados.

Las series utilizadas son los índices bursátiles de cada una de las bolsas consideradas, los cuales recogen el desempeño del mercado en función de sus activos más representativos (BVC, 2008). Se usan datos semanales del COLCAP (Colombia), IPSA (Chile), IGBVL (Perú) e IPC (México). La información fue obtenida de Bloomberg desde la semana del 19 de julio del 2002 hasta la semana del 18 de mayo del 2018, para un total de 827 datos por cada uno de los índices. Esta frecuencia semanal de los datos captura los efectos de cada uno de los días de la semana, incluyendo el efecto fuerte de los viernes y los lunes, sin suavizarlo tanto como cuando se toman datos con frecuencia mensual. De igual forma, permite homogeneizar los datos para todos los países, porque cada uno de ellos tiene su propio calendario bursátil. En las Figuras 1 y 2 se puede apreciar la evolución de las series en niveles y sus rendimientos a lo largo del tiempo.

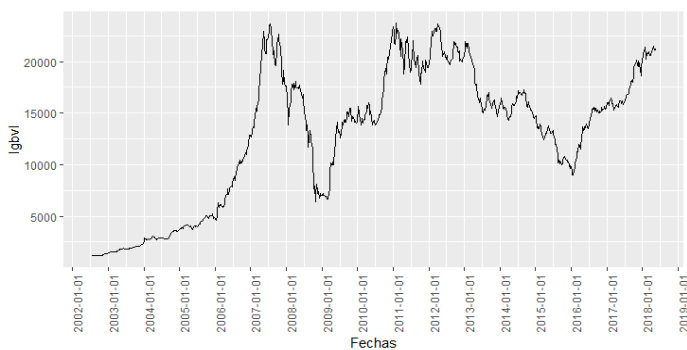
Figura 1. Precios de los índices.



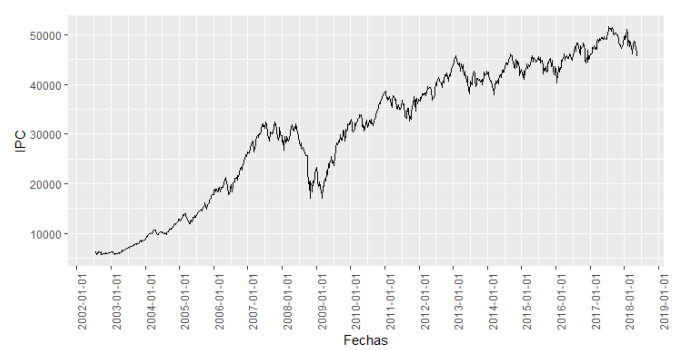
(a) COLCAP



(b) IPSA



(c) IGBVL

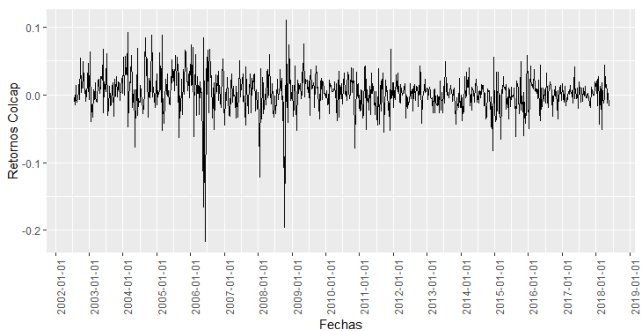


(d) IPC

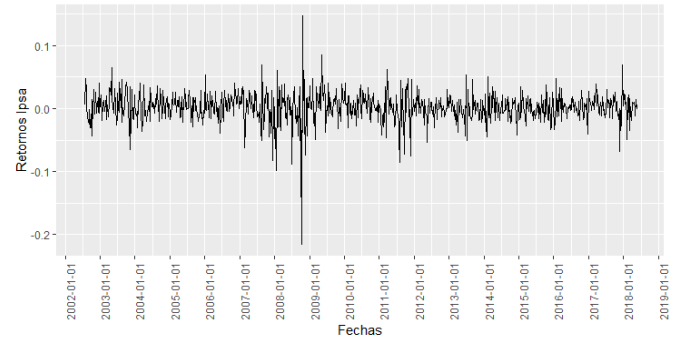
Fuente: Elaboración propia.

Antes de realizar el análisis econométrico de las series, es importante resaltar y presentar algunos hechos que se pueden observar en las gráficas de las series de los precios de los cuatro países, presentadas en las figuras 1 y 2. Estos acontecimientos se pueden caracterizar en intervalos de tiempo o como hechos únicos. A modo de ejemplo de los intervalos de tiempo, entre 2002 y 2007, se observa un crecimiento sostenido debido al *boom* de los *commodities* en la primera década del nuevo milenio. Sin embargo, el COLCAP tuvo una caída fuerte respecto a los otros índices que conforman el MILA. Dicha caída, ocurrida en junio de 2006, fue una respuesta a la caída generalizada en las principales bolsas del mundo (excluyendo la de Nueva York) por las expectativas negativas de los agentes a las variaciones de las tasas de interés de Estados Unidos y del banco Central Europeo ("Histórica caída", 2006). Cabe destacar que, durante este intervalo de tiempo, el IGBVL presenta un crecimiento en precio superior al COLCAP, IPSA e IPC, alcanzando un máximo histórico en el mes de julio de 2007. Dicho crecimiento en precio fue generado por su entorno macroeconómico favorable: alto crecimiento del PIB, alta inversión pública y privada, e indicadores positivos del sector fiscal.

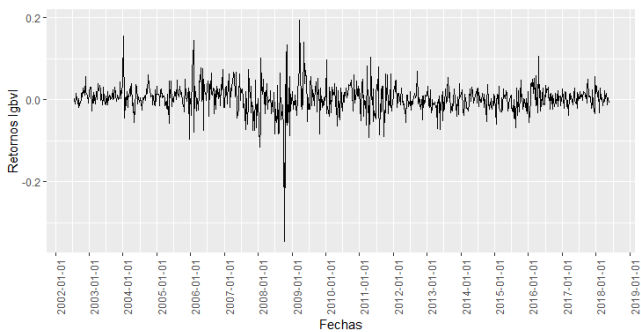
Figura 2. Rendimientos de los índices.



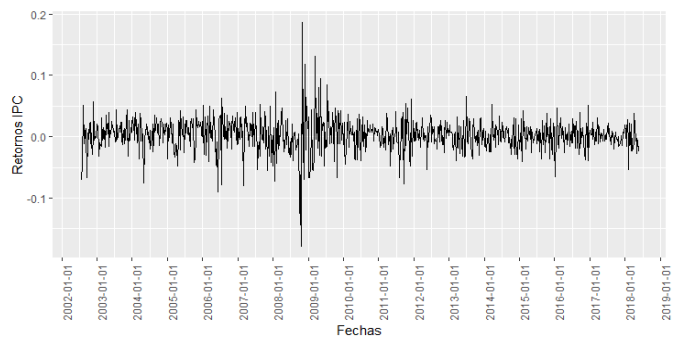
(a) Retornos COLCAP



(b) Retornos IPSA



(c) Retornos IGBVL



(d) Retornos IPC

Fuente: Elaboración propia.

Para el mes de octubre del 2008, todos los mercados presentan una caída en sus precios y rendimientos negativos por la crisis financiera de Estados Unidos, debido al colapso de la burbuja inmobiliaria. Después de esta histórica caída, el 2009 fue un período de estabilización de los sistemas financieros para todos los mercados, como lo expresa el informe anual de la Bolsa de Valores de Colombia (2009). La intervención tanto del gobierno como de los Bancos Centrales, la creación de políticas, instrumentos y mecanismos logró devolver el nivel del mercado al previo a la crisis y restituir la curva de rendimientos, lo que se observa también en la tendencia creciente de la curva de los precios. Sin embargo, el mercado colombiano y peruano vuelven a sufrir pequeñas caídas progresivas en las cotizaciones a causa de la caída generalizada de los precios de los *commodities* del año 2014 y alcanzan su punto de inflexión en el año 2016, cuando las cotizaciones del COLCAP y el IGBVL alcanzaron mínimos históricos. Otra noticia que impactó negativamente fue la crisis de la deuda griega, que afectó tanto a las tasas de cambio como la percepción del riesgo de los inversionistas. Estos, en vista de los acontecimientos, prefirieron llevar sus activos a instrumentos más seguros. Este seguimiento de la crisis griega tuvo repercusiones desde la publicación de los primeros reportes hasta las negociaciones.

Finalmente, para el mes de diciembre de 2017, los rendimientos de las bolsas cayeron: los rendimientos del COLCAP, IPSA e IPC, lo hicieron en mayor magnitud que el IGBVL. Ahora, las series presentan recuperaciones hasta mayo del 2018, mostrando una tendencia creciente.

Se puede ver, entonces, cómo los choques externos afectan a los mercados bursátiles latinoamericanos que presentan tendencias similares a lo largo del tiempo. No obstante, algunos de estos afectan con mayor intensidad a unos mercados respecto a otros. Esto es así no solo por la dependencia y relación entre los mercados, sino también por las respuestas de cada uno y el entorno macroeconómico en el que se desarrollan.

Las estadísticas descriptivas de los retornos en las Tablas 1 y 2. En estas, se separa la muestra en dos submuestras compuestas por el período antes de la integración y el período después de la misma. En estas estadísticas se puede observar cómo después de la integración el coeficiente de asimetría es más cercano a cero, al igual que la curtosis para todas las series disminuye, acercando un poco las características de las series a la distribución normal, sin comportarse como dicha distribución. De igual forma, es interesante notar que disminuye la desviación estándar de los índices para el segundo período. Posteriormente, se realizan pruebas de normalidad de los datos, entre ellas los *tests* de *Skewness and Kurtosis*, *Shapiro-Wilk*, *Shapiro-Francia*, *Portmanteau*, que se resumen en la Tabla 3. En ellos, se constata que los retornos de las bolsas no distribuyen normal al presentar alta curtosis, colas pesadas, leve asimetría y el rechazo de las pruebas de normalidad.

**Tabla 1. Principales estadísticas descriptivas de los retornos de los índices antes de la integración, es decir, entre el 2002 y el 2014.**

Estadísticas Descriptivas				
Índice	Media	Desv.Estándar	Coef.Asimetría	Curtosis
COLCAP	0.0040872	0.0303598	-1.378168	12.92739
IPSA	0.0022442	0.0255123	-1.144789	14.00843
IPC	0.0031977	0.0297597	-0.302462	9.308290
IGBVL	0.0043295	0.0388523	-1.162468	16.817740

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2. Principales estadísticas descriptivas de los retornos de los índices desde la integración, es decir, desde el 2014 hasta el 2018.**

Estadísticas Descriptivas				
Índice	Media	Desv.Estándar	Coef.Asimetría	Curtosis
COLCAP	-0.00022	0.0206983	-0.519141	4.64924
IPSA	0.0018908	0.0182091	-0.033926	4.43037
IPC	0.0003553	0.0184201	-0.095903	3.545898
IGBVL	0.001242	0.0227554	0.213008	4.797070

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3. P-valor de los Tests de normalidad aplicado a los rendimientos logarítmicos de cada una de las series.**

Índice	<i>Skewness and kurtosis</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>Shapiro-Francia</i>	<i>Portmanteau</i>
rcolcap	0.0000	0.0000	0.00001	0.0029
ripsa	0.0000	0.0000	0.00001	0.1402
ripc	0.0000	0.0000	0.00001	0.0641
rigbvl	0.0000	0.0000	0.00001	0.0000

Fuente: Elaboración propia.

## 5. Resultados.

Esta sección se divide en tres partes: en la primera parte, se mostrarán los resultados del análisis preliminar de los modelos univariados siguiendo la estructura propuesta en la metodología; luego, se presentarán los resultados de la estimación multivariada, y, finalmente se expondrán las funciones impulso-respuesta.



### 5.1. Análisis preliminar univariado.

Como se mencionó en la metodología, antes de estimar el modelo multivariado es necesario encontrar el mejor modelo univariado que describa cada serie utilizando la metodología ARIMA-GARCH. El primer paso, es analizar el orden de integración de las series individuales. En la tabla 4 se muestran los resultados del *Dickey-Fuller* y el *Phillips-Perron* para las series en niveles de forma logarítmica. Los resultados muestran que no se rechaza la hipótesis nula de no estacionariedad para todos los índices accionarios.

**Tabla 4. P-valor de los tests de raíces unitarias para las series en logaritmos.**

<b>Variables</b>	<b><i>Dickey-Fuller</i> Aumentado (con 2 rezagos y tendencia)</b>	<b><i>Phillips-Perron</i></b>
COLCAP	0.8343	0.3463
IPSA	0.6156	0.8032
IPC	0.4217	0.5716
IGBVL	0.7100	0.5054

Fuente: Elaboración propia.

De igual forma, en la Tabla 5 se reportan los resultados de las pruebas, pero considerando los rendimientos logarítmicos. En este caso, la hipótesis de no estacionariedad es rechazada, lo que implica que las series en diferencias son estacionarias y, por tanto, los índices accionarios son integrados de orden 1 ( $I(1)$ ) como se esperaba *a priori*.

**Tabla 5. P-valor de los tests de raíces unitarias para los rendimientos logarítmicos.**

<b>Variables</b>	<b><i>Dickey-Fuller</i> Aumentado (con 2 rezagos y tendencia)</b>	<b><i>Phillips-Perron</i></b>
rcolcap	0,0000	0,0000
ripsa	0,0000	0,0000
ripc	0,0000	0,0000
rigbvl	0,0000	0,0000

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 6 se detallan los resultados de la prueba para establecer efectos ARCH:

**Tabla 6. P-valor de la prueba a distintos rezagos y con todos los índices.**

<b><i>Test de efectos ARCH-LM</i></b>				
<b>Rezagos</b>	<b>COLCAP</b>	<b>IPSA</b>	<b>IPC</b>	<b>IGBVL</b>
1	0,0185	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Fuente: Elaboración propia.

En todas las series y todos los rezagos se rechaza la hipótesis nula y, por tanto, se presentan fenómenos de heterocedasticidad condicional.

Finalmente, se estima el modelo ARIMA-GARCH para cada uno de los índices accionarios. El método adecuado para determinar la especificación correcta de los modelos GARCH es a través de los criterios de información y garantizando la estacionariedad y la no correlación serial de los residuales. A continuación, se presentan los modelos ARMA-GARCH definitivos que se usarán en el modelo multivariado:

$$\begin{aligned}
 rcolcap_t &= \mu_{colcap} + \sum_{i=1}^2 \phi_{i,colcap} rcolcap_{t-i} + \varepsilon_{t,colcap} \\
 h_{t,colcap} &= \omega_{colcap} + \alpha_{colcap} \varepsilon_{t-1,colcap}^2 + \beta_{colcap} h_{t-1,colcap} \\
 &\quad + \gamma_{colcap} I(\varepsilon_{t-1,colcap} < 0) \varepsilon_{t-1,colcap}^2 \\
 rigbvl_t &= \mu_{igbvl} + \sum_{i=1}^4 \phi_{i,igbvl} rigbvl_{t-i} + \sum_{j=1}^4 \theta_{i,igbvl} \varepsilon_{t-j,igbvl} + \varepsilon_{t,igbvl} \\
 h_{t,igbvl} &= \omega_{igbvl} + \alpha_{igbvl} \varepsilon_{t-1,igbvl}^2 + \beta_{igbvl} h_{t-1,igbvl} \\
 ripc_t &= \mu_{ipc} + \phi_{1,ipc} ripc_{t-1} + \varepsilon_{t,ipc} \\
 h_{t,ipc} &= \omega_{ipc} + \alpha_{ipc} \varepsilon_{t-1,ipc}^2 + \beta_{ipc} h_{t-1,ipc} + \gamma_{ipc} I(\varepsilon_{t-1,ipc} < 0) \varepsilon_{t-1,ipc}^2 \\
 ripsa_t &= \mu_{ipsa} + \varepsilon_{t,ipsa} \\
 h_{t,ipsa} &= \omega_{ipsa} + \alpha_{ipsa} \varepsilon_{t-1,ipsa}^2 + \beta_{ipsa} h_{t-1,ipsa} + \gamma_{ipsa} I(\varepsilon_{t-1,ipsa} < 0) \varepsilon_{t-1,ipsa}^2
 \end{aligned}$$

Los detalles de estas estimaciones se pueden encontrar en el Anexo.

## 5.2. Modelo GARCH multivariado DCC.

Después del análisis preliminar y siguiendo la metodología descrita anteriormente, se estima el modelo DCC multivariado. Los resultados de las estimaciones se presentan en la tabla 7. La mayoría de los coeficientes resultan estadísticamente significativos, sobre todo, los asociados a la especificación de la correlación dinámica multivariada. Esto valida lo esperado *a priori*: que la correlación es dinámica y no constante a lo largo del tiempo. Los valores de los coeficientes  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$  son de 0.02 y 0.97, respectivamente, lo cual indica que la matriz de correlaciones es altamente persistente pues depende mucho de la matriz rezagada  $Q_{t-1}$  y, en menor medida, de los choques pasados.

**Tabla 7. Resultados del modelo DCC estimado, en el cual se muestran los coeficientes, los errores estándar y el p-valor.**

Modelo DCC				
Índice	Variable	Coefficiente	Desv. Estándar	P-valor
rcolcap	$\mu$	0.002830856	0.000935	0.002467
	$\phi_1$	0.07747752	0.047314	0.101520
	$\phi_2$	0.1066815	0.048147	0.026710
	$\omega$	0.000100	0.000049	0.042555
	$\alpha$	0.1939657	0.059774	0.001174
	$\beta$	0.6436487	0.100123	0.000000
	$\gamma$	0.1241257	0.160899	0.440439
rigbvl	$\mu$	0.004576619	0.002141	0.032510

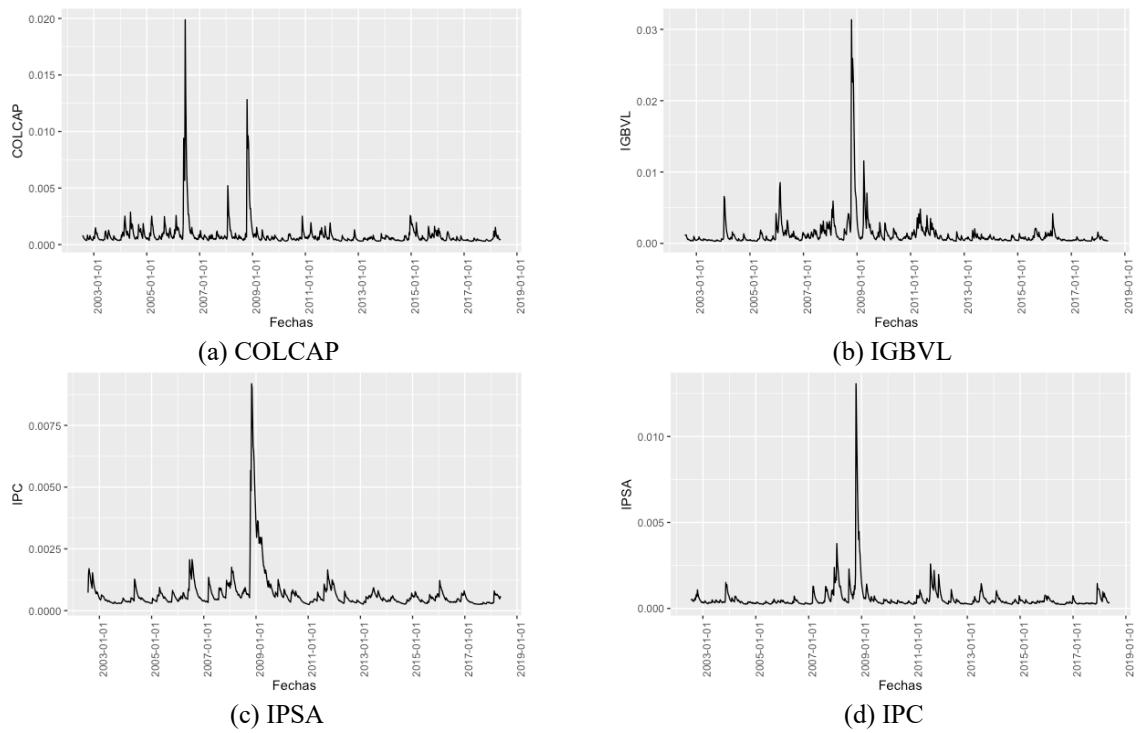
	$\phi_1$	0.4030216	0.035417	0.000000
	$\phi_2$	0.1679684	0.010883	0.000000
	$\phi_3$	0.9316687	0.010900	0.000000
	$\phi_4$	-0.5218204	0.036244	0.000000
	$\theta_1$	-0.2691925	0.001933	0.000000
	$\theta_2$	-0.1140603	0.002313	0.000000
	$\theta_3$	-0.9449963	0.000496	0.000000
	$\theta_4$	0.3828108	0.001693	0.000000
	$\omega$	0.000090	0.000057	0.117060
	$\alpha$	0.2986567	0.149626	0.045932
	$\beta$	0.6553163	0.151327	0.000015
ripc	$\mu$	0.002032525	0.000764	0.007841
	$\phi_1$	-0.06722044	0.038441	0.080347
	$\omega$	0.000032	0.000018	0.083549
	$\alpha$	0.04042694	0.028674	0.158579
	$\beta$	0.8480823	0.053995	0.000000
	$\gamma$	0.1150129	0.063064	0.068190
ripsa	$\mu$	0.002122061	0.000703	0.002537
	$\omega$	0.000051	0.000054	0.346845
	$\alpha$	0.05092518	0.037880	0.178823
	$\beta$	0.7532088	0.183715	0.000041
	$\gamma$	0.1912115	0.149434	0.200695
DCC	$\lambda_1$	0.01609859	0.012512	0.198227
	$\lambda_2$	0.9658611	0.041483	0.000000

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 3 muestra las varianzas condicionales estimadas de cada uno de los índices. Hay que resaltar que todos presentan volatilidades altas en el período de la crisis del 2009. Cabe destacar, el pico del mercado colombiano en el año 2006, que corresponde a la mayor caída de la bolsa colombiana debido a la incertidumbre respecto a las tasas de interés de la FED, que buscaba en esa época controlar brotes inflacionarios. De igual forma, la Unión Europea acababa de subir los tipos de interés, lo que llevó a los mercados de incertidumbre a entrar en nerviosismo. El mercado peruano y mexicano presentan comportamientos parecidos con pequeños picos a lo largo del nuevo milenio y un pico significativo por la crisis de los mercados financieros a nivel mundial. Finalmente, se destaca la estabilidad del mercado chileno sobre el resto de los miembros del MILA.

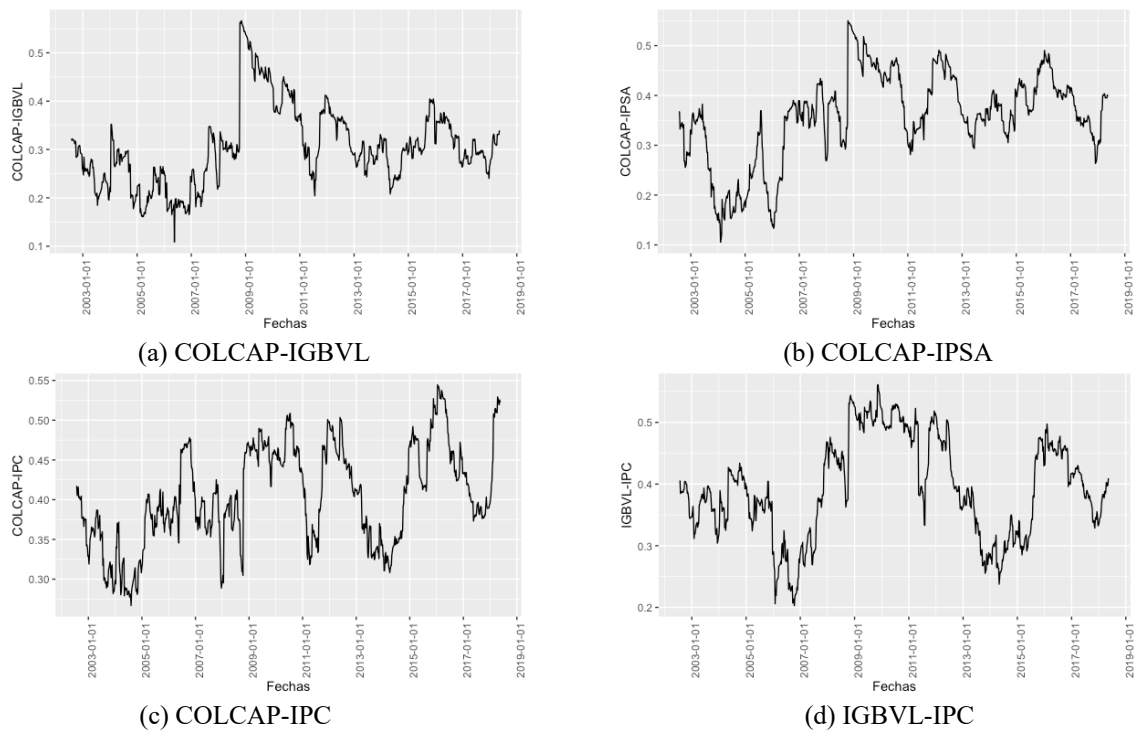
En la Figura 4, se muestran las correlaciones condicionales dinámicas obtenidas por el modelo. De forma general, es notorio que oscilan entre 0.1 y 0.65 aproximadamente, con una correlación media entre 0.3 y 0.4. Como argumentan Lahrech y Sylwester (2016), Blyn (1973), y Heytens (1986) correlaciones en estos rangos se pueden asociar a una integración débil de los mercados, ya que, se espera *a priori* que dichas correlaciones sean superiores, por lo menos, a 0.6.

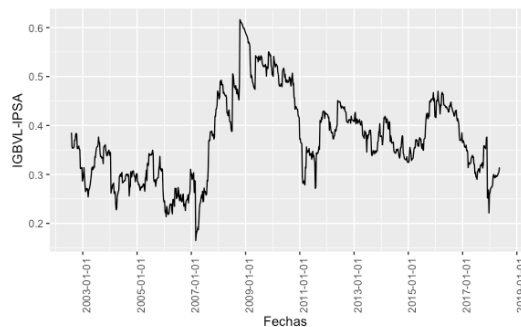
**Figura 3. Varianza condicional de cada uno de los índices.**



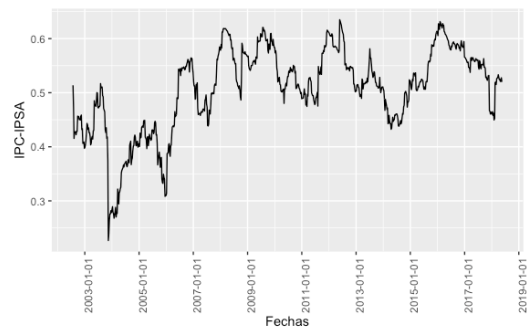
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 4. Correlación condicional dinámica de todos los índices.**





(e) IGBVL-IPSA



(f) IPSA-IPC

Fuente: Elaboración propia.

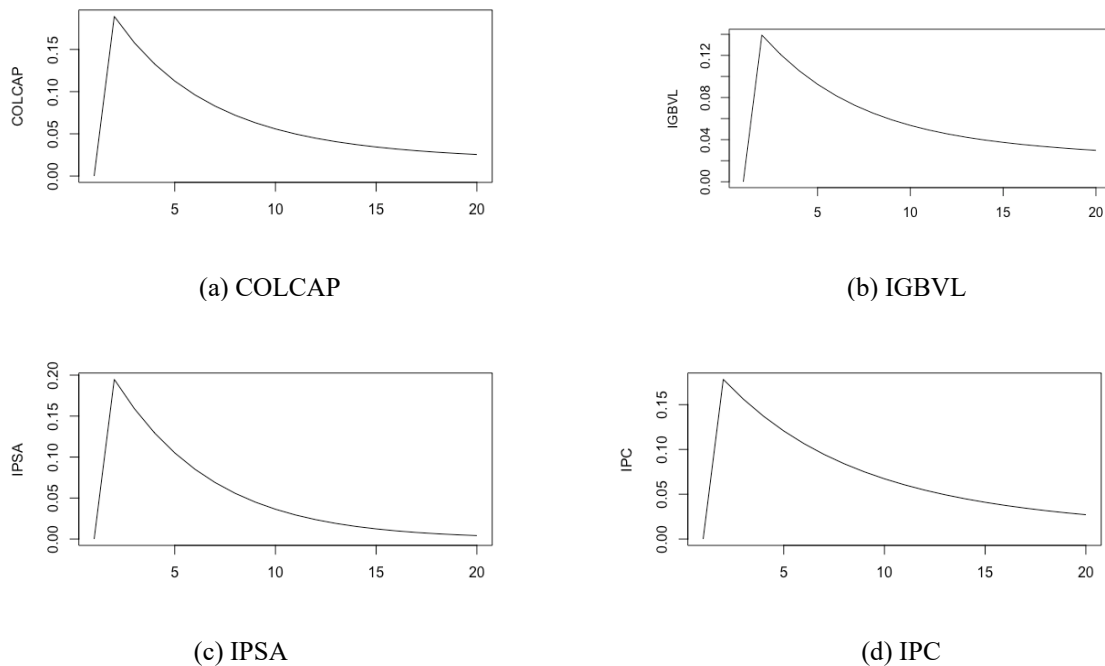
Si bien el mercado colombiano está altamente relacionado con el mercado mexicano, la correlación entre ambos países es muy volátil a lo largo del tiempo. Respecto al mercado chileno y peruano, el mercado colombiano presenta más estabilidad en la correlación. Perú muestra el vínculo más débil con el mercado colombiano. Acerca del mercado peruano, es destacable la alta relación que mantiene con Chile, llegando a niveles superiores a 0.6. El mercado chileno se correlaciona bien con todos, pero la relación con el mercado mexicano es la más alta (alrededor de 0.65 en su punto máximo). Finalmente, el mercado mexicano muestra buena correlación y estabilidad con el mercado chileno, a diferencia de la correlación con el colombiano y el peruano.

Por otro lado, la evolución de las correlaciones refleja los comovimientos de los países durante los eventos claves mencionados en el análisis preliminar. De 2002 a 2007, cuando tuvo lugar el *boom* de los *commodities*, las correlaciones aumentaron hasta alcanzar puntos máximos entre 0.55 y 0.6. Esto se debe a que las economías de los cuatro mercados comparten características como la alta dependencia a la exportación de materias primas. Posteriormente, durante las crisis del 2008-2009, las correlaciones alcanzan sus máximos históricos para después caer a los niveles promedio. Luego, con la crisis de los *commodities* de los años 2014-2016 las correlaciones caen y recuperan sus niveles normales en 2017-2018. Hay que destacar que la estabilidad en el coeficiente de correlación del mercado mexicano y chileno hace que sean más robustos a los choques de volatilidad que el resto. Estos resultados implicarían que, en épocas de crisis, donde se esperaría *a priori* que sean de alta volatilidad, los mercados tienen comportamientos divergentes: por un lado, puede aumentar la correlación entre estos, como sucedió en el 2009; o pierden su relación y la transmisión se da en menor medida, como ocurrió con la caída generalizada de los precios de los *commodities* en el 2014. Por otro lado, cuando las economías de los países están en auge y se espera menor volatilidad, las correlaciones aumentan, haciendo que los efectos de la transmisión se vuelvan significativos.

### 5.3. Funciones de impulso-respuesta.

En la Figura 5 se muestran los resultados de las funciones de impulso respuesta ante un choque negativo de una desviación estándar en cada serie. *A priori* se espera que el choque de volatilidad aumente las varianzas de todos los mercados debido a que los resultados del modelo muestran evidencia empírica a favor de una relación positiva entre las varianzas de estos. Según la gráfica, el índice más sensible al choque es el IPSA, el cual aumenta su varianza o riesgo en un 20%, aproximadamente. Por otro lado, el más robusto resulta ser el IGBVL, pues su volatilidad solo aumenta 12%, aproximadamente. Este hecho puede ser causado por la carencia de fenómenos de asimetría en la varianza. No obstante, el efecto del choque en el mercado peruano es más duradero que en el mercado colombiano. El IPC y el COLCAP muestran cambios similares en magnitud, dado que ambos aumentan su volatilidad en 15% aproximadamente. El mercado chileno elimina el efecto del choque más rápidamente en comparación con los otros mercados. Adicionalmente, como es posible observar en las gráficas, los efectos de los choques de volatilidad perduran al menos 15 semanas después de su ocurrencia y, en algunos casos, más de 20 semanas.

**Figura 5. Funciones de impulso-respuesta para la volatilidad de los índices ante un choque en cada mercado de 3 desviaciones estándar.**



Fuente: Elaboración propia.

## 6. Conclusiones.

En este estudio, se estimó el modelo GARCH multivariado DCC de Engle (2002), con el fin de encontrar existencia de fenómenos de transmisión de volatilidad que sirvieran como evidencia para el estudio de la integración de los mercados que componen el MILA. Los resultados indican que, efectivamente, existe transmisión de volatilidad entre todos los mercados de forma positiva. Así se observó en las correlaciones estimadas entre las varianzas y las funciones de impulso respuesta. Se encontró que el mercado peruano es más robusto ante choques de volatilidad por la carencia de efectos asimétricos en la varianza. Adicionalmente, se encontró que el mercado chileno es más sensible que los otros, pero los choques en este mercado perduran menos en el tiempo. De igual forma, se observó que, en los tiempos de crisis, las correlaciones seriales entre las volatilidades de los índices aumentaron significativamente, mientras que, en tiempos de estabilidad, disminuyeron. Este resultado implica que las oportunidades de diversificación de portafolios en épocas de crisis son limitadas. De esta manera, se confirma lo planteado por Rui, Cheng y Firth (2002) y pone en entredicho lo presentado por Agudelo et al. (2012).

Cabe mencionar el bajo nivel de las correlaciones, entre 0.1 y 0.6. Se esperaba que fueran más altas por la constitución del MILA. De ahí que las ventajas de la integración no se han evidenciado completamente. Esto se explica por la independencia en términos normativos, regulatorios y monetarios.

Este estudio se diferencia respecto a otros trabajos encontrados en la literatura en varios aspectos. Primero, el enfoque es hacia mercados subdesarrollados, particularmente, los latinoamericanos. Segundo, este estudio se concentra en la dinámica de las volatilidades de los mercados, a diferencia de otros que estudian otras características de estos. Tercero, la metodología empleada es más pertinente en

términos de la especificación del modelo, porque no implica hacer supuestos explícitos acerca de cómo funciona la transmisión de volatilidad y, respecto a la mayoría de los estudios previos, no se asume una misma especificación para cada una de las series consideradas. Finalmente, se incorporan las funciones impulso respuesta en el modelo DCC de Engle (2002).

Para concluir, con relación a la integración del MILA, permanecen aspectos sin resolver, entre otros: el grado de competitividad del MILA respecto a otros mercados desarrollados; el impacto que ha tenido la incorporación de títulos de renta fija y derivados en la negociación; y la medición de las ganancias de la integración en cada uno de los países miembros del MILA. Esto hace del MILA un campo atractivo, aún por explorar, para las finanzas.

## Referencias

- Agudelo, D.A., Barraza, S.E., Castro, M.I., & Mongrut S. (2012). Liquidez en los mercados accionarios latinoamericanos: estimando el efecto del Mercado Integrado Latinoamericano (MILA). *Documentos de Trabajos Economía y Finanzas*, 12-21. Medellín: Universidad EAFIT, Escuela de Economía y Finanzas, Centro de Investigaciones Económicas y Financieras (CIEF).
- Agudelo, D.A., Cardona, L., & Gutiérrez, M. (2015). *Transmisión de Volatilidad en Mercados Accionarios Latinoamericanos* [Trabajo de grado de la Maestría en ciencias en Finanzas]. Universidad EAFIT, Medellín.
- Ariza, D.M., & Díaz, M.F. (2015). *Mercado Integrado Latinoamericano (MILA): ¿Objetivos No Cumplidos?* [Trabajo de Grado de la Maestría en Administración]. Universidad EAFT, Bogotá.
- Baba, Y., Engle, R. F., Kraft, D., & Kroner, K. F. (1991). *Multivariate simultaneous GARCH*. Unpublished manuscript, Department of Economics, University of California at San Diego.
- Babu, C.N., & Reddy, B.E. (2014). Selected Indian stock predictions using a hybrid ARIMA-GARCH model. *2014 International Conference on Advances in Electronics Computers and Communications*, 1-6.
- Baillie, R.T., & Bollerslev, T. (1989). The message in daily exchange rates: A conditional variance tale. *Journal of Business and Economic Statistics*, 7, 297-305.
- Bauwens, L., Laurent, S., & Rombouts, J.V.K. (2006). Multivariate GARCH models: A survey. *Journal of Applied Econometrics*, 21, 79-109.
- Black, F. (1976). The pricing of commodity contracts. *Journal of Financial Economics*, 3, 167-179.
- Blyn, G. (1973). Price series correlation as a measure of market integration. *Indian Journal of Agricultural Economics*, 28 (902-2018-2204), 56-59.
- Boffelli, S., & Urga, G. (2016). Financial econometrics using Stata. *Stata Press Publication*.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31, 307-327.
- Bollerslev, T. (1990). Modelling the coherence in short-run nominal exchange rates. A multivariate generalized ARCH model. *Review of Economics and Statistics*, 72, 498-505.
- Bollerslev, T., Engle, R.F., & Wooldridge, J.M. (1988). A capital asset pricing model with time-varying covariances. *Journal of Political Economy*, 96, 116-131.

- Bolsa de Valores de Colombia (2008). *Índices bursátiles* [en línea]. Recuperado de <https://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados/descripciongeneral/indicesbursatiles?action=dummy>.
- Bolsa de Valores de Colombia (2009). *Reporte Anual:2009*. Bogotá (Colombia): Bolsa de Valores de Colombia.
- Box, G.E.P., & Jenkins, G.M. (1970). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. San Francisco, EEUU: Holden-Day.
- Box, G.E.P., & Ljung, G.M. (1978). On a Measure of Lack of Fit in Time Series Model. *Biometrika*, 65(2), 297-303.
- Camargo, A.I., Sanabria, T.P., & López, F. (2012). Integración de los mercados financieros de Europa: El impacto de la crisis soberana de Grecia. *EconoQuantum*, 10 (2), 8-34.
- Celik, S. (2012). The more contagion effect on emerging markets: The evidence of DCC-GARCH model. *Economic Modelling*, 29(5), 1946-1959.
- Chan, K. (1993). Imperfect information and cross-autocorrelation among stock prices. *Journal of Finance*, 48(4), 1211-1230.
- Chen, G., Firth, M., & Rui, O.M. (2002). Stock market linkages: Evidence from Latin America. *Journal of Banking and Finance*, 26, 1113-1141.
- Chiang, T.C., Jeon, B.N., & Li, H. (2007). Dynamic correlation analysis of financial contagion: Evidence from Asian markets. *Journal of International Money and finance*, 26(7), 1206-1228.
- Cho, J.H., & Parhizgari, A.M. (2008). East Asian financial contagion under DCC-GARCH. *International Journal of Banking and Finance*, 6(1), 17-30.
- Choudhry, T. (1996). Interdependence of stock markets: Evidence from Europe from 1920s and 1930s. *Applied Financial Economics*, 6(3), 243-249.
- Ding, Z., Engel, R.F., & Granger, W. J. (1993). A long memory property of stock market returns and a new model. *Journal of Empirical Finance*, 1, 83-106.
- Dickey, D.A., & Fuller, W.A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74, 427-431.
- Engle, R.F. (1990). Discussion: Stock volatility and the crash of '87. *Review of Financial Studies*, 3, 103-106.
- Engle, R.F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 50(4), 987-1007.
- Engle, R.F., & Sheppard, K. (2001). Theoretical and Empirical properties of Dynamic Conditional Correlation Multivariate Garch. *NBER*, Working Paper No. w8554.
- Engle R.F. (2002). Dynamic Conditional Correlation: A simple class of multivariate generalized autoregressive conditional heteroskedasticity models. *Journal of Business and Economic Statistics*, 20 (3), 339-350.
- Engle, R.F., Ito, T., & Lin, W.L. (1990). Meteor Showers or Heat Waves? Heteroskedastic Intra-daily Volatility in the Foreign Exchange Market. *Econometrica*, 58(3), 525-42.



- Engle, R.F., & Ng, V.K. (1993). Measuring and testing the impact of news on volatility. *Journal of Finance*, 48, 1749-1778.
- Engle, R.F., & Susmel, R. (1994). Hourly volatility spillovers between international equity markets. *Journal of International Money and Finance*, 13(1), 23-25.
- Fraser, P., & Power, D. (1997). Stock return volatility and information: An empirical analysis of Pacific Rim, UK and US equity markets. *Applied Financial Economics*, 7(3), 241-253.
- Fratzscher, M. (2002). Financial Market Integration in Europe: On effects of EMU on stock markets. *International Journal of Finance and Economics*, 7(3), 165-193.
- Gallant, A.R., Rossi, P.E., & Tauchen, G. (1993). Nonlinear dynamic structures. *Econometrica*, 61, 871-907
- Glosten, L.R., Jagannathan, R., & Runkle, D.E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return of stocks. *The Journal of Finance*, 48(5), 1779-1801.
- Guzmán, D.S., Ramírez, F.H., & Romero, Y.P. (2013). *Mercado Integrado Latinoamericano (MILA): análisis de correlación y diversificación de los portafolios de acciones de los tres países miembros en el período 2007-2012*. [Trabajo de Grado de la maestría en Finanzas]. Universidad de Medellín, Bogotá.
- Hamao, Y., Masulis, R.W., & Ng, V. (1990). Correlations in price changes and volatility across international stock markets. *Review of Financial Studies*, 3(2), 281-307.
- Hamao, Y., Masulis, R.W., Ng, V. (1991). The effect of the 1987 stock crash on international financial integration. In: Ziemba, W. Bailey, W. Hamao, Y. (Eds.), *Japanese Financial Market Research*. Elsevier, Amsterdam, 483-502.
- Hamori, S., & Imamura, Y. (2000). International transmission of stock prices among G7 countries: LA-VAR approach. *Applied Economics Letters*, 7(9), 613-618.
- Heston, S.L., Rouwenhorst, K., & Wessels, R. E. (1995). The structure of international stock returns and the integration of capital markets. *Journal of Empirical Finance*, 2(3), 173-197.
- Heytens, P.J. (1986). Testing market integration. *Food Research Institute Studies*, 2(1387-2016-115927), 25-41.
- Histórica caída de la Bolsa de Valores de Colombia. (2006). [En línea] *Caracol*. Recuperado de [https://caracol.com.co/radio/2006/06/08/economia/1149778200\\_296067.html](https://caracol.com.co/radio/2006/06/08/economia/1149778200_296067.html).
- Kanas, A. (1998a). Volatility spillovers across equity markets: European evidence. *Applied Financial Economics*, 8(3), 245-256.
- Kanas, A. (1998b). Linkages between the US and European equity markets: Further evidence from cointegration tests. *Applied Financial Economics*, 8(6), 607-14.
- Kansa, K. (1992). Common stochastic trends in international stock markets. *Journal of Monetary Economics*, 29(1), 95-124.
- King, M., Sentana, E., & Wadhvani, S. (1994). Volatility and Links between National Stock Markets. *Econometrica*, 62(4), 901-33.

- Koop, G., Pesaran, M.H., & Porter, S. M. (1996). Impulse Response Analysis in Nonlinear Multivariate Models. *Journal of Econometrics*, 74(1), 119-147.
- Lahrech, A., & Sylwester, K. (2011). U.S. and Latin American stock market linkages. *Journal of International Money and Finance*, 30, 1341-1357.
- Najeeb, S.F., Bacha, O., & Masih, M. (2015). Does heterogeneity in investment horizons affect portfolio diversification? Some insights using M-GARCH-DCC and wavelet correlation analysis. *Emerging Markets Finance and Trade*, 51(1), 188-208.
- Pesaran, H.H., & Shin, Y. (1998). Generalized Impulse Response Analysis in Linear Multivariate Models. *Economics Letters*, 58(1), 17-29.
- Phillips, P.C., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75, 335-346.
- Piffaut, P.V., & Miró, D.R. (2016). Integración, contagio financiero y riesgo bursátil: ¿qué nos dice la evidencia empírica para el periodo 1995-2016. *Cuadernos de Economía*, 39(111), 138-147.
- Richards, A.J. (1995). Comovements in international stock markets returns: Evidence of predictability but no cointegration. *Journal of Monetary Economics*, 36(3), 631-654.
- Schmiedel, H., & Schonenberger, A. (2005). Integration of Securities Market Infrastructures in the Euro Area. *Ocasional Paper Series*, 33.
- Sim, C. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica*, 48, 1-48.
- Syllignakis, M.N., & Kouretas, G.P. (2010). German, US and Central and Eastern European stock market integration. *Open Economies Review*, 21(4), 607-628.
- Syllignakis, M. N., & Kouretas, G.P. (2011). Dynamic correlation analysis of financial contagion: Evidence from the Central and Eastern European markets. *International Review of Economics and Finance*, 20(4), 717-732.
- Tamanes, R. (1990). *Estructura económica internacional*. Madrid, España: Alianza Editorial.
- Zakoian, J. M. (1994). Threshold heteroskedasticity models. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 18, 931-955.

## 8. Anexo.

### a. Resultados modelo ARMA y GARCH univariados COLCAP.

**Tabla 8. Resultados según los criterios de información de los modelos considerados para los rendimientos del COLCAP.**

Criterio de información: COLCAP		
Modelo	AIC	BIC
AR(2)	-3568.171	-3554.021
MA(2)	-3568.082	-3553.932
ARMA(1,2)	-3566.967	-3543.384
ARMA(2,1)	-3566.739	-3543.156

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9. Resultados de las estimaciones del modelo AR (2) para los rendimientos del COLCAP que incluye los coeficientes estimados y los errores estándar.**

Estimación Modelo AR(2)			
	Coefficiente	Desv.Estándar	P-valor
$\mu$	0.0028847	0.0011942	0.016
$\phi_2$	0.1300093	0.0225781	0.000
$\sigma$	0.027806	0.000297	0.000

Este modelo fue escogido de acuerdo con los criterios de información.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 10. Correlograma de los residuales. Se muestra el rezago y el p-value del estadístico Q de la prueba de Ljung-Box (1978) de autocorrelación serial.**

Correlograma de los residuales	
Rezago	P-valor
1	0.7606
2	0.9546
3	0.3871
4	0.5494
5	0.6917
10	0.5716
20	0.4439
30	0.5695
40	0.0779

No se rechaza la hipótesis nula de ausencia de correlación de cualquier orden.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 11. Resultados según los criterios de información de los modelos considerados de la familia ARCH para los rendimientos del COLCAP.**

Criterio de información: COLCAP		
Modelo	AIC	BIC
ARCH(1)	-3618.418	-3599.552
GARCH(1,1)	-3707.265	-3683.682
GJR-ARCH(1,1)	-3629.798	-3606.215
GJR-GARCH(1,1)	-3708.445	-3680.145

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 12. Resultados del modelo ARMA-GARCH univariado definitivo para los rendimientos del COLCAP.**

<b>Estimación modelo AR(2) ARCH(1) GJR(1) GARCH(1)</b>			
	<b>Coefficiente</b>	<b>Desv.Estándar</b>	<b>P-valor</b>
$\mu$	0.0029176	0.0010236	0.004
$\phi_2$	0.1082556	0.0378587	0.004
$\alpha$	0.3118807	0.0378229	0.000
$\gamma$	-0.1147931	0.0427219	0.007
$\beta$	0.6448025	0.0465835	0.000
$\omega$	0.0001	0.0000231	0.000

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13. Se muestra el rezago y el p-value del estadístico Q de la prueba de Ljung-Box (1978) de autocorrelación serial.**

<b>Correlograma de los residuales</b>	
<b>Rezago</b>	<b>P-valor</b>
1	0.7876
2	0.7896
3	0.3368
4	0.4963
5	0.6408
10	0.5643
20	0.4689
30	0.5930
40	0.0726

No se rechaza la hipótesis nula de ausencia de correlación de cualquier orden.

Fuente: Elaboración propia.

**b. Resultados modelo ARMA y GARCH univariados IPSA.**

**Tabla 14. Resultados según los criterios de información de los modelos para los rendimientos del IPSA.**

<b>Criterio de información: IPSA</b>		
<b>Modelo</b>	<b>AIC</b>	<b>BIC</b>
AR(1)	-3834.678	-3820.529
MA(1)	-3834.63	-3820.48
ARMA(2,2)	-3840.396	-3812.097

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 15. Resultados de las estimaciones del modelo AR (1) para los rendimientos del IPSA.**

<b>Estimación Modelo AR(1)</b>			
	<b>Coefficiente</b>	<b>Desv.Estándar</b>	<b>P-valor</b>
$\mu$	0.0021449	0.0008839	0.015
$\phi_1$	-0.0379283	0.0159358	0.017
$\sigma$	0.0236643	0.000239	0.000

Este modelo fue el escogido por los criterios de información.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 16. Correlograma de los residuales. Se muestra el rezago y el p-valor del estadístico Q de la prueba de Ljung-Box (1978) de autocorrelación serial.**

<b>Correlograma de los residuales</b>	
<b>Rezago</b>	<b>P-valor</b>
1	0.9842
2	0.8356
3	0.8756
4	0.1592
5	0.2477
10	0.1925
20	0.2591
30	0.1501
40	0.1712

No se rechaza la hipótesis nula de ausencia de correlación de cualquier orden.  
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 17. Resultados según criterios de información de los modelos considerados de la familia ARCH para los rendimientos de IPSA.**

<b>Criterio de información: IPSA</b>		
<b>Modelo</b>	<b>AIC</b>	<b>BIC</b>
ARCH(1)	-3955.365	-3941.215
GARCH(1,1)	-4003.049	-3984.183
GJR-ARCH(1,1)	-3969.106	-3950.24
GJR-GARCH(1,1)	-4019.81	-3996.227

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 18. Resultados del modelo ARMA-GARCH univariado definitivo para los rendimientos del IPSA.**

<b>Estimación modelo ARCH(1) GJR(1) GARCH(1)</b>			
	<b>Coefficiente</b>	<b>Desv.Estándar</b>	<b>P-valor</b>
$\mu$	0.0021237	0.0007267	0.003
$\alpha$	0.2404778	0.0259998	0.000
$\gamma$	-0.1891288	0.0312415	0.000
$\beta$	0.7550667	0.0269506	0.000
$\omega$	0.0000504	0.000009	0.000

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 19. Correlograma de los residuales. Se muestra el rezago y el p-value del estadístico Q de la prueba de Ljung-Box (1978) de autocorrelación serial.**

<b>Correlograma de los residuales</b>	
<b>Rezago</b>	<b>P-valor</b>
1	0.2740
2	0.4552
3	0.5751
4	0.0939
5	0.1578
10	0.1430
20	0.1890
30	0.1071
40	0.1402

No se rechaza la hipótesis nula de ausencia de correlación de cualquier orden.  
Fuente: Elaboración propia.

c. Resultados modelo ARMA y GARCH univariados IPC.

Tabla 20. Resultados según los criterios de información de los modelos considerados para los rendimientos del IPC.

Criterio de información: IPC		
Modelo	AIC	BIC
ARMA(1,1)	-3622.934	-3604.068
AR(2)	-3623.048	-3604.182
MA(2)	-3622.626	-3603.76

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Resultados de las estimaciones del modelo AR (2) para los rendimientos del IPC.

Estimación Modelo AR(2)			
	Coefficiente	Desv.Estándar	P-valor
$\mu$	0.00239	0.0009966	0.016
$\phi_1$	-0.109507	0.019897	0.000
$\phi_2$	0.0601237	0.0235789	0.011
$\sigma$	0.0268644	0.0268644	0.000

Este modelo fue escogido según los criterios de información.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Correlograma de los residuales.

Correlograma de los residuales	
Rezago	P-valor
1	0.7606
2	0.9546
3	0.3871
4	0.5494
5	0.6917
10	0.5716
20	0.4439
30	0.5695
40	0.0779

Se muestra el rezago y el p-value del estadístico Q de la prueba de Ljung-Box (1978) de autocorrelación serial. No se rechaza la hipótesis nula de ausencia de correlación de cualquier orden.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Resultados de los criterios de información de los modelos considerados de la familia ARCH para los rendimientos de IPC.

Criterio de información: IPC		
Modelo	AIC	BIC
ARCH(1)	-3706.868	-3688.001
GARCH(1,1)	-3823.022	-3799.439
GJR-GARCH(1,1)	-3833.18	-3804.88

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 24. Resultados del modelo ARMA-GARCH univariado definitivo para los rendimientos del IPC.**

<b>Estimación modelo AR(1) ARCH(1) GJR(1) GARCH(1)</b>			
	<b>Coefficiente</b>	<b>Desv.Estándar</b>	<b>P-valor</b>
$\mu$	0.0020242	0.0007705	0.009
$\phi_1$	-0.0674781	0.0386916	0.081
$\alpha$	0.1535968	0.0258197	0.000
$\gamma$	-0.1122873	0.0258089	0.000
$\beta$	0.8499575	0.0269506	0.000
$\omega$	0.000031	0.000008	0.001

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 25. Correlograma de los residuales. Se muestra el rezago y el p-value del estadístico Q de la prueba de Ljung-Box (1978) de autocorrelación serial.**

<b>Correlograma de los residuales</b>	
<b>Rezago</b>	<b>P-valor</b>
1	0.1980
2	0.0804
3	0.1263
4	0.1969
5	0.2914
10	0.2430
20	0.0385
30	0.1137
40	0.1137

No se rechaza la hipótesis nula de ausencia de correlación de cualquier orden.

Fuente: Elaboración propia.

**d. Resultados modelo ARMA y GARCH univariados IGBVL.**

**Tabla 26. Resultados de las estimaciones del modelo ARMA (4,4) para los rendimientos del IGBVL.**

<b>Estimación modelo ARMA(4,4)</b>			
	<b>Coefficiente</b>	<b>Desv.Estándar</b>	<b>P-valor</b>
$\mu$	0.0034859	0.0024291	0.151
$\phi_1$	0.0327887	0.2782819	0.906
$\phi_2$	0.1509578	0.0742789	0.042
$\phi_3$	0.8486822	0.0366776	0.000
$\phi_4$	-0.1802145	0.2286626	0.431
$\theta_1$	0.0826424	0.2799629	0.768
$\theta_2$	-0.0303985	0.0968	0.753
$\theta_3$	-0.8258729	0.0664987	0.000
$\theta_4$	0.0522762	0.2066667	0.800
$\sigma$	0.0339599	0.0004512	0.000

Este modelo fue escogido según los criterios de información.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 27. Correlograma de los residuales. Se muestra el rezago y el p-valor del estadístico Q de la prueba de Ljung-Box(1978) de autocorrelación serial.**

<b>Correlograma de los residuales</b>	
<b>Rezago</b>	<b>P-valor</b>
1	0.9903
2	0.9319

3	0.5569
4	0.6886
5	0.5773
10	0.1314
20	0.4643
30	0.3952
40	0.2627

No se rechaza la hipótesis nula de ausencia de correlación de cualquier orden.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 28. Resultados de los criterios de información de los modelos considerados de la familia ARCH para los rendimientos de IGBVL.**

Criterio de información: IGBVL		
Modelo	AIC	BIC
ARCH(1)	-3429.92	-3378.037
GJR-GARCH(1,1)	-3475.432	-3414.116

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 29. Resultados de las estimaciones del modelo ARMA-GARCH para los rendimientos del IGBVL.**

Estimación modelo AR(4) MA(3) ARCH(1) GARCH(1)			
	Coefficiente	Desv.Estándar	P-valor
$\mu$	0.003925	0.0018523	0.034
$\phi_1$	0.1359873	0.0420877	0.001
$\phi_2$	0.0869408	0.0246256	0.000
$\phi_3$	0.8408132	0.0540273	0.000
$\phi_4$	-0.1519917	0.0365259	0.000
$\theta_3$	-0.813883	0.0567216	0.000
$\alpha$	0.2995715	0.0320722	0.000
$\beta$	0.6436605	0.0335239	0.000
$\omega$	0.000098	0.0000177	0.000

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 30. Se muestra el rezago y el p-valor del estadístico Q de la prueba de Ljung-Box (1978) de autocorrelación serial.**

Correlograma de los residuales	
Rezago	P-valor
1	0.4379
2	0.4715
3	0.3327
4	0.4311
5	0.5028
10	0.0972
20	0.1837
30	0.2798
40	0.1022

No se rechaza la hipótesis nula de ausencia de correlación de cualquier orden.

Fuente: Elaboración propia.





## A DEA-inspired model to evaluate the efficiency of education in OECD countries

DOMÍNGUEZ-GIL, CARLOTA

Department of Economics, Quantitative Methods and Economic History  
Pablo de Olavide University (Spain)  
Correo electrónico: [cdomgil@alu.upo.es](mailto:cdomgil@alu.upo.es)

CONTRERAS, IGNACIO

Department of Economics, Quantitative Methods and Economic History  
Pablo de Olavide University (Spain)  
Correo electrónico: [iconrub@upo.es](mailto:iconrub@upo.es)

### ABSTRACT

In this paper empirical application to the study about the efficiency of the performance of the educational systems across countries is developed. With the information published in the PISA 2015, Data Envelopment Analysis methodology is considered to evaluate the efficiency in the use of the resources devoted to education by OECD countries. Similar to previous studies, the main resources needed for learning, financial, human resources, material and time have been considered. Alternatively to previous proposals, the mean scores have not been included as the output of the process. Instead of that, to quantify the results of the learning process, the percentages of students in each proficiency level of the PISA test have been computed.

An ad hoc model based on the Additive DEA-model is proposed, adapting the formulation to the particular features of the vector of outputs considered. Considering that the aggregate value of output is fixed and that the relative weight of the outputs differs, inefficient units improve their performance by reallocating that fixed value among different outputs, moving units from the less valued to the most valued ones.

**Keywords:** education, PISA, DEA.

**JEL classification:** I21; C61.

**MSC2010:** 90B90.

# Un modelo inspirado en DEA para evaluar la eficiencia de la educación en los países de la OCDE

## RESUMEN

En el presente trabajo se presenta un modelo para el estudio de la eficiencia de los sistemas educativos de los países de la OCDE. A partir de la información publicada en el informe PISA 2015, se utiliza la metodología del Análisis Envolvente de Datos (DEA) para analizar la eficiencia en el uso de los recursos destinados a la educación en los países OCDE. Siguiendo la línea de anteriores estudios, se consideran los principales recursos destinados a la educación, esto es, recursos materiales, recursos humanos y tiempo dedicado a la enseñanza. De manera alternativa a los estudios anteriores, no se consideran las puntuaciones medias de los exámenes como las salidas del sistema. En nuestro estudio, la cuantificación de los resultados se realiza a través de los porcentajes de estudiantes que alcanzan cada nivel de desempeño en las pruebas normalizadas realizadas en PISA.

Se desarrolla un nuevo modelo de evaluación basado en el modelo aditivo dentro de la metodología DEA, en el que tanto la formulación como los objetivos se adaptan a las características de las variables propuestas. Considerando que el valor agregado de las salidas está fijado y que los pesos que deben asignarse a cada output deben estar ordenados, el modelo evalúa los posibles movimientos de outputs desde las categorías menos valoradas a las más valoradas.

**Palabras clave:** educación, PISA, DEA.

**Clasificación JEL:** I21; C61.

**MSC2010:** 90B90.



## 1. Introduction.

There is a recent and increasing debate at the developed countries about the relevance of controlling public expenses in education. On the one hand, based on the correlation between the economic growth and social development with the level of human capital, there is a clear incentive for an increasing investment in education. On the other hand, the economic crisis and public deficit in almost all countries impose the necessity of a best use of every coin invested in the educational system.

In this context, the concept of efficiency of educational systems becomes crucial. That is, governments are required to provide educational services by minimizing the amount of public resources (money) devoted to them. Or equivalently, they are required to obtain good results in terms of educational outputs with the available (fixed) resources.

From the point of view of the economics of education, education is seen as a production process in which diverse inputs are used to obtain multiple outputs for a given production technology. The theoretical approach of linking resources to educational outcomes at school level is based on the production function proposed in Levin (1974) and Hanushek (1979). For a particular school  $s$  the function is defined as follows:

$$A_s = f(B_s, S_s); \quad (1)$$

where  $A_s$  represents the educational output, normally measured through scores on standardised tests. It is clear that it is not an easy task to quantify the education received by an individual, due to its inherent intangibility and necessity to consider the quality beyond several years of study. However, there is a consensus in the literature about considering the results from a standardised test as educational outputs. They are difficult to forge and they are taken into account by policy makers and families when making decisions in education.

In (1) the inputs are divided into  $B_s$  and  $S_s$ , which denote the average student's family background and the educational resources assigned to school  $s$  respectively. Classically, they consider the main inputs required to carry out the learning process: raw material, physical and human capital.

Nevertheless, unlike other industries, education presents certain characteristics that hinder the estimation of a production function. Mancebón and Bandrés (1999) stress the intangible and multiple nature of the output, the time-lag in achieving its results, its cumulative nature and that the educational process is carried out by the customers themselves. This is why non-parametric techniques such as Data Envelopment Analysis (DEA) are so convenient to measure the efficiency in this context. They allow the assessment of the efficiency of the different units without having to estimate a production function.

DEA is a statistical technique used to evaluate the relative efficiency of a set of units developed in Charnes et al. (1978). By using linear programming a frontier of best-practice units is constructed based in observed data. The efficient frontier is used as a benchmark against which the performance of less efficiency units can be assessed. The estimated frontier envelops all the available observations, and each deviation from that frontier is interpreted as a measure of the inefficiency of the units. The DEA methodology has been widely used to analyse efficiency in several areas of public expenditure. The main reason for its widespread application is its flexibility, the fact that it accounts for multiple outputs, the uncertainty about true production technology and the lack of price information; making it well suited to the peculiarities of the public sector Santin and Sicilia (2015).

In DEA, efficiency is defined in a technical sense. That is to say, as the ability of transforming inputs into outputs for a given technology. The concept of efficiency was first contextualized in the field of education by Levin (1974) and has been widely used in the literature to evaluate efficiency in education. Although a complete literature review would require a specific research paper, some of the previous studies about the efficiency in education must be cited. In any case, a more detailed revision can be seen in Worthington (2001) and Johnes (2006).

This family of studies starts with Charnes et al. (1981), where the authors of the DEA methodology investigate the efficiency of an educational program in the USA. Since then, several works have continued the study of efficiency in the field of education. Afonso and Aubyn (2006a; 2006b), Sutherland et al. (2009) or Agasisti (2011), among others, considered international data to assess a comparison across countries. Examples of studies for a particular country are, for instance, Bessent and Bessent (1980), Bessent et al. (1982) or Agasisti (2011); in particular, Mancebón and Bandrés (1999) or Cordero-Ferrera et al. (2011) developed studies of the different types of school across the regions in Spain.

Works like Clemens (2002), Aristovnik (2011) or Agasisti (2014) apply DEA for the study of efficiency placing the emphasis on the educational spendings. Other related papers, introduced new elements into the analysis. That is the case of Portela and Thanossoulis (2001), which analysed the efficiency of English secondary schools by decomposing them into the efficiency depending on the centre and on the individual students themselves. In a similar way Mancebón et al. (2012) studied the results for Spain, in an attempt to differentiate between the effects of the type of school, the school, and the students in the efficiency; and Giménez et al. (2007) which introduced the concept of managerial efficiency.

In the aforementioned studies, diverse inputs are considered: measures of schools' resources like expenditure per student, eventually articulated in subcategories, student/teacher ratios, facilities, contextual variables to measure the student-family's background...

With respect to the outputs, although different measures can approximate the results of the educational process (success rates, grades assigned by teachers,...), there exists a consensus about the use of indicators derived by standardised test scores as they are homogeneous, comparable across countries and more difficult to manipulate. In this point, the Programme for International Assessment (PISA programme), launched in 2000 and carried out every three years, constitutes an important source of information to study the competencies acquired by the students and to make comparison across economies.

The PISA programme, initiated in 2000 and carried out every three years, has experienced a constant increase in the number of participating schools and countries. In the first edition of the programme, 265,000 students from 32 countries were evaluated. The last edition of this report in 2015 covered 540,000 students from 72 countries. The main target of the programme is to evaluate educational systems worldwide by testing the skills and knowledge of 15-year-old students in mathematics, science and reading (and, since 2012 in financial literacy as an option for each country).

In addition to academic achievement data, summarizing the results on the test about different topics, the PISA database contains a vast amount of information about students, their households and the schools they attend; as well as synthetic indexes, elaborated by OECD experts, by clustering responses to related questions provided by students and school authorities.

In this paper an alternative DEA-inspired model is proposed in order to assess the efficiency of the educational systems in the OECD (The Organisation for Economic Co-operation and Development) countries, using the information included in the PISA database. In particular, we are interested in the consideration of the number of students that achieve each proficiency level as the output of the system. To this end, an innovative model based in DEA methodology is developed.

The rest of the paper is organized as follows. Section 2 introduces DEA methodology and a new model for the evaluation of the efficiency, in a situation in which the output represents percentages of different categories is studied. In Section 3 the problem of measuring the efficiency of the educational systems across economies through PISA dataset is introduced and the dataset is described. Section 4 contains the discussion of results and Section 5 is devoted to the conclusions.

## 2. Methodology: Data Envelopment Analysis.

Data Envelopment Analysis (DEA) is a technique originally proposed in Charnes et al. (1978) as a methodology to evaluate the relative efficiency of a set of units, referred to as Decision Making Units (DMUs) in DEA terminology, involved in a production process or in public services. This methodology formalizes the original ideas proposed in Farrell (1957) of measuring efficiency of the production. In DEA models, the technical efficiency is defined as the relative ability of each DMU to produce outputs from several inputs. The basic efficiency of each unit is evaluated through the ratio of outputs over inputs. That is to say, the measurement of efficiency is defined as a ratio of weighted outputs over weighted inputs. Consider a set of  $n$  DMUs to be evaluated. Each DMU consumes  $m$  inputs to produce  $s$  outputs. By  $x_{ij}$  and  $y_{rj}$  are denoted, respectively, the amount consumed of input  $i$  ( $i = 1, \dots, m$ ) and the amount produced of output  $r$  ( $r = 1, \dots, s$ ) by the  $j$ th DMU (with  $j = 1, \dots, n$ ). The efficiency of unit  $j$  is defined as follows:

$$\text{Efficiency of unit } j = \frac{\sum_{r=1}^s v_r \cdot y_{rj}}{\sum_{i=1}^m u_i \cdot x_{ij}}; \quad (2)$$

where  $v_r$  and  $u_i$  denotes the weights assigned to output  $r$  and input  $i$  respectively.

DEA models determine those DMUs that constitute the efficiency frontier (efficient units) and the distance of the remaining DMUs (inefficient units) from the frontier. This distance, which represents a measure of the inefficiency of the units, will depend on the DEA model considered. The main characteristic of DEA methodology is that each unit can freely select the weighting vector, (i.e., each DMU can select their own vectors of weights  $u$  and  $v$  so that its own efficiency measurement is optimized), with a common set of constraints that limit this value for the complete set of units, usually equal to or lower than unity. Therefore, each DMU can select its own vector of weights to optimize its individual efficiency measurement. Hence, if a unit fails to achieve the maximum value of efficiency, this failure cannot be attributed to an arbitrary selection of the weighting factors.

Mathematically, the evaluation of unit  $o$  is determined as the solution of the following model:

$$\begin{aligned} \text{Max } \theta_o &= \frac{\sum_{r=1}^s v_r \cdot y_{ro}}{\sum_{i=1}^m u_i \cdot x_{io}} \\ \text{s. t. } \theta_j &= \frac{\sum_{r=1}^s v_r \cdot y_{rj}}{\sum_{i=1}^m u_i \cdot x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n \\ u_i, v_r &\geq 0 \quad i = 1, \dots, m; r = 1, \dots, s. \end{aligned} \quad (3)$$

Note that model (3) determines the efficiency of unit  $o$ , with its own vector of weights (these ones that maximizes the efficiency ratio) subject to a common set of constraints such that the efficiency score is not greater than the unity for the  $n$  DMUs. Model (3) must be computed  $n$  times, one for each DMU. An efficient unit is characterized by an efficiency score ( $\theta_o$ ) equal to the unity. The remaining units, which achieve a value lower than the unity, are considered inefficient.

Model (3) can be transformed into a linear programming model with some algebraical transformations Charnes et al. (1978). The previous model is equivalent to the following expression:

$$\begin{aligned} \text{Max } \sum_{r=1}^s v_r \cdot y_{ro} \\ \text{s. t. } \sum_{i=1}^m u_i \cdot x_{io} &= 1 \\ \sum_{r=1}^s v_r \cdot y_{rj} - \sum_{i=1}^m u_i \cdot x_{ij} &\leq 0 \quad j = 1, \dots, n \\ u_i, v_r &\geq 0 \quad i = 1, \dots, m; r = 1, \dots, s. \end{aligned} \quad (4)$$

Model (4) is referred as CCR-model (in reference to the initial of its authors: Charnes, Cooper and Rhodes).

Two different specifications of DEA models can be considered: output-oriented, in which each units tries to maximizes its vector of output for a given amount of input; and input-oriented, in which the units tries to optimizes the amount of consumed inputs to produce a given amount of output. Note that the objective of the model implies respectively the determination of the maximum radial (proportional) reduction of inputs and the expansion of the outputs, such that the unit under evaluation is included in the production possibility set, constructed as a linear hull of the observed values of the  $n$  DMUs. Efficient units, since they are located at the efficiency frontier, do not admit any reduction of the vector of inputs, which is reflected by an efficiency score equal to the unity.

DEA-models can deal with both constant returns to scale (CRS) and variable returns to scale (VRS). Model CCR considers that all the units operate under constant return of scale. In Banker et al. (1984) the model with VRS assumption is proposed (commonly referred as BCC model). The model includes a convexity condition in the construction of the production possibility set. An interested reader can find a more extended explanation about the DEA methodology in Banker et al. (1984) or Cooper et al. (2000) among others.

Nevertheless, the application of DEA and the development of models has vastly exceeded its initial objectives, by generating a wide number of models and procedures, all of which are characterized by an endogenous determination of weights. That is, the weighting vectors are determined as a variable of the problem and are not externally fixed by the decision makers.

Those extensions includes the development of alternative models and the inclusion of variables which initially do not fit with the methodology. Among the models proposed as an alternative to the radial measures, one of the most applied is the additive model. This model was initially proposed in Charnes et al. (1985). In contrast to standard CCR and BCC models, which consider a radial measure to compute the distance to the efficient frontier, the additive model considers the maximization of the distance to the efficient frontier to evaluate the performance of each DMU. The basic expression of the additive model with VRS is:

$$\begin{aligned}
 &Max \quad \sum_{i=1}^m s_{i0}^- + \sum_{r=1}^s s_{r0}^+ \\
 &s. t. \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot x_{ij} \leq x_{i0} - s_{i0}^- \quad i = 1, \dots, m \\
 &\quad \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot y_{rj} \geq y_{r0} + s_{r0}^+ \quad r = 1, \dots, s \\
 &\quad \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 &\quad \quad \lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0
 \end{aligned} \tag{5}$$

This family of models deals directly with input excesses and output shortfalls (proposing a slack-based efficiency measure). Although this model can discriminate between efficient and inefficient DMUs by the existence of slacks, it has no means of gauging the depth of inefficiency, as can the efficiency measure in the CCR and BCC models. For a detailed discussion of the features of additive models, see, for instance, Tone (2001) and Lovell and Pastor (1995). This last paper is particularly interesting for the sake of this paper as the authors develop a model in which weights to differentiate between the factors (inputs and outputs) are included.

Note that model (5) is a non-oriented model; both inputs and outputs can be modified by inefficient units to reach the efficient frontier. The projections of observed values (denoted respectively by to the efficient frontier are determined as:

$$\begin{aligned}
 \hat{y}_{r0} &= y_{r0} + s_r^{*+} \\
 \hat{x}_{i0} &= x_{i0} - s_i^{*-};
 \end{aligned} \tag{6}$$

where  $s_r^{*+}$  and  $s_i^{*-}$  denote the optimal values of the slacks determined when model (5) is computed. These quantities represent the differences between the observed values and the corresponding reference point. The projected efficient point is reached by reducing inputs and/or increasing outputs so as to maximize the sum of the slacks in the objective function (this is why models the objective functions of this class of models are also referred to as slack-based measures). The original non-oriented model can alternatively be transformed to an input-oriented or output-oriented model whereby only the corresponding slack variable is considered in the objective function. Also the CRS model can be considered just eliminating the convexity constraint  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ .

In Thrall (1996), a weighted additive model is proposed. The model includes a vector of weights for the slacks in the objective, respectively  $g^+ = (g_1^+, \dots, g_s^+)$  and  $g^- = (g_1^-, \dots, g_m^-)$  for outputs and inputs slacks, which may be determined either subjectively or objectively in a separate procedure. The model with the assumption of VRS is transformed into the following,

$$\begin{aligned}
 \text{Max} \quad & \sum_{i=1}^m g_i^- \cdot s_{io}^- + \sum_{r=1}^s g_r^+ \cdot s_{ro}^+ \\
 \text{s. t.} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot x_{ij} \leq x_{io} - s_{io}^- \quad i = 1, \dots, m \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot y_{rj} \geq y_{ro} + s_{ro}^+ \quad r = 1, \dots, s \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 & \lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0
 \end{aligned} \tag{7}$$

These weighting factors can be utilized in order to ensure that the units of measure associated with the slack variables do not affect the optimal solution. Note that the original additive model fails to satisfy the property of unit invariance. That is, the projections of the inefficient units on the efficient frontier depend on the scales used to measure each variable, which implies that the efficient measure does not have an intuitive interpretation Gouveia et al. (2008) since the objective is a sum of incommensurable slacks. It is necessary, therefore, to pre-standardize the original dataset when the variables are measured in diverse units. In contrast, the additive model is translation invariant, which renders it an optimal option to handle with negative values (since they can be transformed to positive values by adding an adequate positive quantity).

From an economic point of view, these weighting factors represent the marginal worth of the corresponding slack. Weights are associated with unit cost and unit prices of excess and shortfall slack variables. Hence the sum of weighted slack represents an approximation of the total cost of inefficiencies Bardhan et al. (1996).

For both radial and additive models, standard DEA-models assume certain basic features. Among others, must be cited the consideration of positive real values for variables (inputs and outputs); that all the outputs are desirable (in the sense that more is always preferred to less); the assumption that all the variables are controllable by DMUs (i.e. all variables, inputs and outputs can be modified by the units to achieve the efficient frontier); and that, once the efficient frontier is identified, inefficient DMUs reach this frontier by increasing the observed output values, decreasing the observed input values or by simultaneously modifying both variables. This depends on the orientation of the model: output-oriented, input-oriented, or non-oriented models, respectively.

However, many real-world situations can be found in which these assumptions are not verified. For those situations, a number of variations over original DEA models have been developed. Among others, for those cases in which real values do not fit the data available, several proposals can be found. See, among others, Cook et al. (1993) and Cook et al. (1996), where the inclusion of ordinal data and data on categorical variables is studied; Lozano and Villa (2006) where integer values are considered or Färe et al. (1989) and Scheel (2001) in which the inclusion of undesirable outputs is studied.

In this paper, a new model for the evaluation of the efficiency is proposed, which takes ideas from additive models and the consideration of non-standard variables. In particular, we consider situations in which only the redistribution of the observed output values will be permitted for the

efficiency to be attained, and not the incorporation of new units to increase the value of the output vector.

## 2.1. A DEA-inspired model to evaluate the efficiency in the presence of percentages.

In this section, a variation of additive model that permit to include percentages as values is developed. Let consider that the outputs represents percentages of categories of the same variable. This supposes that in every case, for both observed and projected values, the sum is equal to 100. We consider that the categories are ranked from the less to most valued ones.

Both features have important implications for the benchmarks and the way in which the inefficient units are projected to the efficient frontier. Necessarily, the improvement of the observed value of outputs must be carried out by a reallocation of the units from the less valued categories to the most ones. This is the unique alternative to improve the value of the outputs since increasing the value of the observed output (without reducing any other) is not a feasible option.

For this task, we propose a model inspired in the additive model described previously. Consider a set of  $n$  DMUs which are being evaluated with respect to the  $m$  inputs and one output separated in  $s$  categories. It is interesting to bear in mind that this supposes to consider in practice  $s$  outputs (each  $y_{rj}$  represents the values observed for DMU  $j$  in category  $r$ , with  $r = 1, \dots, s$ ).

Starting with the weighted additive model (7), consider a weighted output-oriented model. The evaluation of the DMU  $o$  is carried out by computing:

$$\begin{aligned}
 \text{Max} \quad & \sum_{r=1}^s g_r^+ \cdot s_r^+ \\
 \text{s. t.} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot x_{ij} \leq x_{io} - s_i^- \quad i = 1, \dots, m \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot y_{rj} \geq y_{ro} + s_r^+ \quad r = 1, \dots, s \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 & \lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0.
 \end{aligned} \tag{8}$$

In the context described above, the only way to improve the efficiency for an inefficient unit is to reallocate units across categories. That is to say, if one output is increased in one unit then it necessarily implies a reduction by the same amount in one or more than one of the remaining outputs. We propose the following variation regarding the output-oriented weighted additive model:

$$\begin{aligned}
 \text{Max} \quad & \sum_{r=1}^s g_r \cdot (s_r^{++} - s_r^{+-}) \\
 \text{s. t.} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot x_{ij} \leq x_{io} - s_i^- \quad i = 1, \dots, m \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot y_{rj} \geq y_{ro} + (s_r^{++} - s_r^{+-}) \quad r = 1, \dots, s \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 & \sum_{r=1}^s s_r^{++} - \sum_{r=1}^s s_r^{+-} = 0 \\
 & \lambda_j, s_i^-, s_r^{++}, s_r^{+-}, g_r \geq 0;
 \end{aligned} \tag{9}$$

where  $g_r$  represents the weighting factor assigned to the  $r$ th category. The vector  $g = (g_1, \dots, g_s)$  has to be constructed in order to assure that the relative importance of the categories are well represented. This can be a set of incomplete information, represented by a set of constraints with  $g_r$  variables (in this case, model (9) is not a linear model) or it contains a numerical value, objectively or subjectively determined. In that case, it is easy to see that model (9) is a linear programming model. In any case, considering that latter levels are better than prior ones, the relation between components of vector  $g$  must hold:  $g_r \leq g_{r+1}$ , for every  $r = 1, \dots, s - 1$ .

It is interesting to note that the slack variables of the output have been divided into two separated variables denoted by  $s_r^{++}$  and  $s_r^{+-}$ . The outputs represent percentages so both observed and projected



values must verify that the sum is equal to 100. This implies that any modification of the observed value must be carried out by a reallocation. That is to say, if one output increase (this raise is measured by variable  $s_r^{++}$ ) this necessarily implies that other(s) is(are) reduced (denoted by variables  $s_r^{+-}$ ) in order to assure that the sum of the  $s$  outputs is equal to 100.

The objective function of model (9) implies that the projected efficient point is reached by increasing certain levels (the most valued ones) and reducing others (the least valued), obtained from the maximization of augmentations and reductions through the objective function of (9). Note that the projections only affect the observed output values (output-oriented model), such that  $\hat{y}_{ro} = y_{ro} + s_{ro}^{++} - s_{ro}^{+-}$ .

The first and second set of constraints includes the classic DEA production structure and therefore all the units have to verify that  $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{io}$  and that  $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}$ . Equivalent to said models, the condition of efficiency for the DMU  $o$  under model (7) is that the value of all slack variables is zero. That is to say, efficient units lead the constraints to the equality, and hence modifications are not possible. In any case, the observed values  $y_{ro}$  plus the optimum increase  $s_{ro}^{++}$  or minus the optimum decrease  $s_{ro}^{+-}$  will be compatible with the possibility production set. The output-orientation supposes that the modifications of inputs are not valuable. In this case, the target of the DMUs is the optimization of the observed outputs values (performance in mathematics test) for a given vector of inputs (resources assigned to the educational system).

The restriction  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$  is included in order to consider the VRS assumptions. By deleting that constraint, a model under constant return of scale would be constructed. Note that alternative assumptions over the returns of scale structure are also feasible.

The starting point of the DMU under evaluation  $o$  is its observed value of inputs and outputs. It is easy to see that a solution such that  $\lambda_o = 1$  and  $\lambda_j = 0$  for every  $j \neq o$ ; and  $s_r^{++} = s_r^{+-} = s_i^- = 0$  for every  $i, r$  always exists, therefore the model is feasible.

The model proposes a modification of the output vector only if it involves a positive value of the objective function of (9). This is equivalent to a new distribution of the values  $y_{or}$  which implies the movement of units from the less valued outputs to the most valued outputs. The improvement of the output is measured through the weighted sum of the differences ( $s_r^{++} - s_r^{+-}$ ). It is important to highlight how constraint  $\sum_{r=1}^s s_{1ro}^+ - \sum_{r=1}^s s_{1ro}^- = 0$  guarantees that only reallocations of units across the  $s$  outputs are permitted, and not an increment of total output, to improve the efficiency of DMU  $o$  is feasible.

By considering a vector of weights such that  $g_r \leq g_{r+1}$ , an inverse distribution (in which the worst categories are globally increased at the expense of the best categories) is not considered by the model. Bearing in mind that if one level is increased in a unit, this necessarily implies that any other (considering the simplest case) decreases by the same quantity this modification only holds in those cases in which the objective function is positive (which only occurs if the difference between better and worse levels is positive). Otherwise, the result of the objective is negative and does not improve the initial valuation of the unit.

Note that if no modifications on the outputs are carried out, then the value computed by the model is zero. Movements across outputs will only be carried out if the vector of outputs is improved (the aggregated measure) such that the values of better variables increase at the expense of a decrease in the values of the worse variables.

### 3. Evaluating the efficiency of educational systems of OECD countries.

In this Section, a proposal for the evaluation of the efficiency of the educational systems of OECD countries is studied. Similar to the main papers revised in Section 1, this study is based on the information of the PISA programme. Several studies about efficiency in education are based on the information contained in the PISA database. Some of these studies were referred in the literature review in Section 1. We consider a set of 34 OECD countries (all the OECD countries included in PISA except Greece, since the data of one of the input considered is not available).

With regard to the inputs variables, although each proposal consider a particular set of variables, most of them try to include the classical division of inputs: raw material, physical and human capital. In this paper, we consider, as does the PISA report itself, four types of resources needed for learning: financial resources, human resources, material resources, and resources of time.

As an indicator of the intensity of financial resources invested by each country in education, we use the cumulative expenditure by educational institutions per student from 6 to 15 years old measured in equivalent USD converted using purchasing-power parities (this input is labelled as  $I_1$ ). We consider it a very convenient proxy for the financial inputs as it takes into account the long-term nature of the learning process. Moreover, it uses a converted unit that enables various countries to be compared regardless of their cost of living.

With respect of human resources, teachers represent the most important part, and hence we use the student-teacher ratio. PISA provides the average number of students per teacher in every country. In order to use it as an input in the DEA model, the inverse of this ratio is calculated, that is, the number of teachers divided by the number of students ( $I_2$ ).

The third kind of input PISA identifies in the learning process is that of material resources. Schools need certain resources such as facilities, classrooms, heating,... Currently, countries are also making a special effort to provide students with technological material, such as access to the Internet and computers. Following Agasisti (2011), technological material is used here as a proxy for the material resources. Specifically, we use the number of computers available for educational purposes in the school divided by the number of students ( $I_3$ ).

The last type of resource that education requires is time. This variable measures the time per week spent in school in regular mathematics lessons, expressed in hours ( $I_4$ ). It is important to highlight that the selection of the time in mathematics is justified by the selection of the outputs. The evaluation is focused in the performance in this topic.

Table 1 summarizes the main characteristics of the variables described above.

**Table 1. Descriptive statistics of input variables.**

	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$
<b>Max</b>	187,458.81	0.14	1.52	7.20
<b>Min</b>	27,848.44	0.42	0.16	2.40
<b>Average</b>	90,293.98	0.27	0.78	3.66
<b>Std. Dev.</b>	34,585.41	1.20	0.31	0.84

Source: Own elaboration.

Most authors, when choosing the output for DEA-models, use the mean scores of the topics evaluated in PISA. These scores are determined based on the so-called plausible values. These are found within the probability distribution estimated for a student's score in each test. Therefore, for every student's test, PISA provides five plausible values, where these are the probabilities for the student to obtain each of the values.

The PISA mean scores are based on the Rasch model, see Rasch (1960) and Wright and Masters (1982), which uses plausible values instead a particular mean value for each student's knowledge. These values are random values obtained from the distribution function of the results estimate from the results obtained in each test. They can be interpreted as a representation of the ability range of each student Wu and Adams (2007) The determination of plausible values can be seen in detail in OECD (2012).

The main reason stated in the report for using the plausible values is the necessity for the transformation of a continuous variable (e.g. student's ability) into a discrete variable (e.g. the scores). In this process, the plausible values have proved themselves as unbiased measures for the variable. They reduce the errors both from measuring and from the omission of underlying aspects that have not been considered specifically in the test.

However, the computation of these plausible values presents numerous disadvantages for researchers since it is necessary to calculate any given statistic, e. g. the mean, for every plausible value and then to compute the average for every individual student, which renders this method cumbersome. If the investigator were to omit this procedure, then the results could be biased.

In order to avoid all these problems, we propose an alternative vector of outputs: the percentage of students of each country in the different proficiency levels. As an alternative way of measuring the results in every subject, specifically mathematics, the PISA report classifies the students depending on their achievement in seven categories, called proficiency levels. The way these proficiency levels are constructed take into account not only the abilities of the students but also the difficulty of the items, thereby constituting a scale of literacy. In doing so, every proficiency level can be described as a group of abilities we can expect from the students contained within this level. According to the PISA report, its aim is to provide useful information for decision-making and predictions about education policies. This is why, in a complementary way, various related reports published by the OECD provide the percentage of students in each level. Working with these results enables any problems regarding plausible values to be avoided.

To consider the vector of proficiency levels as the output of the model, a modified efficiency evaluation model is required. It is important to bear in mind the characteristics of these values and to adapt the existing models to these particularities.

It is interesting to point out how these values can be easier for policy makers to evaluate and interpret. With these variables, the benchmark of the efficiency model are represented by the percentages of students that must be in each level for an observed vector of resources. The improvement is measured through the number of students that must achieve a particular level of proficiency in the test.

Therefore, the results in each topic in the PISA are standardized with a mean of 500 and a standard deviation of 100. Seven proficiency levels are constructed in which the students are allocated depending on their results in the topic (see OECD (2013)). In this paper, the results obtained in Mathematics have been considered.

The first level comprises the students with scores below 357.77 points. The following levels includes students with scores included in the following intervals: second level from 357.77 to 420.07 points, third level from 420.07 to 482.38, fourth level 482.38 to 544.68 points, fifth from 606.99 to 669.3 points. The last level, the most valued one, includes the students with more than 669.3 points. The data considered here includes the percentages of students that achieve each proficiency level, as a means

of reflecting the performance of the educational system. The outputs vector contain the seven level described above, labelled from  $O_1$  (percentage of students with scores below 355.77 points) to  $O_7$  (percentage of students with scores over 669.3 points). The data of the statistics of the seven outputs considered (proficiency levels) are summarized in Table 2.

**Table 2. Descriptive statistics of output variables.**

	$O_1$	$O_2$	$O_3$	$O_4$	$O_5$	$O_6$	$O_7$
<b>Max</b>	25.53	31.11	28.27	29.98	25.92	15.05	6.58
<b>Min</b>	2.22	7.75	17.23	12.89	3.20	0.31	0.02
<b>Average</b>	8.47	14.89	22.55	24.81	18.60	8.37	2.31
<b>Stand. Dev.</b>	5.68	5.11	2.55	3.59	5.11	3.46	1.44

Source: Own elaboration.

The special characteristics of these proficiency levels require an adaptation of the model for the evaluation of the efficiency. The model developed in Section 2.1, model (9), is fitted to these particular features. The consideration of an additive model (versus a radial model) is based on the characteristics of the feasible variations for the outputs. In order to reach the frontier by modifying the percentages in each level, these outputs could increase in different quantities and not radially. Note that levels denote different importance; obviously higher scores imply a larger importance. An increase of the number of students in the latter categories requires, from the educative system, a greater effort than an increase of the number of students in the previous ones. From this point of view, the efficient countries would be those that have larger percentages of students in the better proficiency levels and smaller percentages in the worse categories. It is important to bear in mind that the outputs represent percentages; consequently the sum for each DMU has to be equal to 100 not only for the observed values but also for the projection in the efficiency frontier. That is, if the country achieves more students in better categories this is because it has fewer students in the worse categories.

To compute the model, a set of 34 units (OECD countries, all the OECD countries included in PISA except Greece), are being evaluated with respect to the four inputs previously and the vector of output which represents the seven proficiency levels. To mitigate the effect of outliers and/or the existence of errors, the models has been robustified using the concepts proposed in Cazals et al. (2002). To this end, 2,000 computation rounds of each model are obtained with a sub-sample of 28 randomly selected units.

### 3.1. Discussion of results.

Table 3 summarizes the results obtained for a weighting vector such that  $g = (1,2,4,8,16,32,64)$ . Note that the particular value assigned to  $g$  could be done in several ways, in a subjective way (like the one we propose) or by means of an additional procedure that measure the relative importance of each level. Note that each component  $g_r$  of vector  $g$  tries to approximate the marginal worth of the corresponding slack (in relative terms). Thus, the objective function of model (9) approximate the total cost of the inefficiency on the unit. The selection of  $g$  can proceed from a political decision in order to emphasise the relative importance or effort in the reallocation of one unit from one category to the other. Or alternatively, the determination of  $g$  may result from a technical analysis. In any case, the consideration of alternative values for vector  $g$  affects to inefficient units since the sum of slacks are weighted in a different way. Therefore, the construction of a ranking of unit based on the optimal value of the model would be affected. But note that those unit characterized as efficient are not affected by any modification in vector  $g$ .

**Table 3. Main results: slack variables results.**

DMU	$O_1$	$O_2$	$O_3$	$O_4$	$O_5$	$O_6$	$O_7$
Australia	-3.68	-4.35	-2.69	1.31	4.57	3.48	1.36
<b>Austria</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Belgium	-2.85	-2.87	0.16	2.25	1.65	0.53	1.13
Canada	1.57	0.07	-2.18	-2.86	-0.32	2.02	1.71
<b>Chile</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Czech Republic</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Denmark</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Estonia</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Finland</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
France	-5.18	-4.97	-0.72	3.06	2.97	2.69	2.14
Germany	-0.17	-0.37	-0.31	0.02	0.25	0.32	0.26
<b>Hungary</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Iceland	-4.69	-6.64	-6.40	0.38	7.35	6.59	3.42
<b>Ireland</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Israel</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Italy	-2.80	-2.89	-2.27	1.26	2.85	2.55	1.30
<b>Japan</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Korea</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Latvia	-0.22	-4.02	-6.23	-1.69	5.01	5.23	1.92
Luxembourg	-3.67	-6.88	-4.69	0.63	5.04	6.06	3.52
<b>Mexico</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Netherlands</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
New Zealand	-1.22	-2.66	-1.46	0.83	2.07	1.87	0.57
Norway	0.01	-1.72	-4.94	-3.02	2.22	4.53	2.92
<b>Poland</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Portugal	-3.09	-4.69	-3.84	0.07	3.53	4.78	3.24
<b>Slovak Republic</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Slovenia</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Spain	-3.62	-5.07	-4.04	0.09	5.17	5.10	2.38
Sweden	-2.38	-3.20	-3.90	-0.51	3.61	3.95	2.27
<b>Switzerland</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Turkey</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
United Kingdom	-2.52	-4.01	-4.98	-1.83	4.17	5.60	3.56
United States	-5.07	-6.70	-5.30	1.87	6.94	5.98	2.28

Source: Own elaboration.

In Table 3, the most relevant results of the application of our model are shown. For every country, the net (positive or negative) variation for each proficiency level is provided. It represents the amount by which that specific country must increase or decrease the percentage of students in that category to become efficient, calculated as the difference between the  $s_r^{++}$  and the  $s_r^{+-}$  variables. Those countries that lie on the efficiency frontier show a 0 in all the slacks.

From this analysis, the countries can be classified into two different groups, efficient (denoted in bold) and inefficient. In the first group, we find Austria, Chile, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Hungary, Ireland, Israel, Japan, Korea, Mexico, Netherlands, Poland, Slovak Republic, Slovenia, Switzerland and Turkey. The way in which these countries achieve efficiency differs greatly. Certain countries, such as Chile, Turkey and Mexico, despite their low results, have an efficient educational system, because their investment in education is comparatively smaller.

The results in Table 3 must be interpreted as follows. Each value represents the percentage of the net variation of the corresponding level. Let consider the case of Spain. With the resources considered the system is characterized as inefficient. The improvement proposed implies the raise of the outputs from  $O_4$  (propose an increase of the percentages of students with scores between 482.28 and 544.68 of

0.48 points) to  $O_7$  (the feasible increase in the percentage of students with a score over 669.30 is 2.44 percentage points) at expenses a reduction of the remaining ones. The excess in the first level, students under 357.77 points, is 4.25 percentage points. For the following two levels, the reduction is 5.55 and 4.15 respectively. It is clear that this reallocation of students from the worst valued level to the best ones would suppose a improvement in the aggregated value of the output and in the results of the systems (better students' results with a given amount of resources). But also the model guarantees that the proposed reference value is feasible in the sense that is included in the possibility production set constructed with the observed units. This feature explains movements like the one proposed for Norway, in which a raise in the first level (the one with student with lowest scores) is proposed. This is explained by the requirement of the classic constraints of DEA for being enveloped by the efficiency frontier. Even so, the aggregated value of the projected output vector would increase.

A subset of countries found in the first group involve those systems that obtain good results in PISA but need to invest resources above the mean. Austria and Finland are found in this subset. Finally, there are countries that achieve great levels of proficiency but employ fewer resources than the rest of the members of the OECD. This is the case of Estonia, Korea, Netherlands and Poland. The inefficient countries are those which, given their available resources, should obtain better results in PISA. Among these, we can mention Portugal, Sweden and Italy as the countries that are farthest from the efficiency frontier.

Another important result provided by the model is the units of reference for each country. In order to become efficient, the inefficient units have to increase their outputs until they reach the efficient frontier. The inefficient countries should modify their outputs until they reach the levels of those efficient countries that have a similar structure of inputs. In Table 4 (see Annex), the inefficient countries can be seen in the first column and the countries which they should imitate appear in the following columns with their corresponding lambda value. In this case, the reference sets have been obtained by computing model (9) for the complete set of units.

From this point of view, and given that these countries are efficient, we can consider the best countries in terms of educational efficiency to be those which constitute a reference for other countries. Since these units not only are located in the efficiency frontier but also there are certain units with a similar combination of inputs and outputs that are revealed as less valued. In this respect, Korean, as the reference for 14 countries, Switzerland for 9 and Estonia, Ireland and Netherlands for 5 constitute the reference set for the inefficient countries.

On the other hand, we found efficient countries which do not constitute the reference set for any inefficient unit. This is the case of Austria, Czech Republic, Israel, Mexico and Turkey. In brief, this set of countries constitutes *extreme* cases, since their combination of inputs and outputs are characterized as efficient, they are quite different of the remaining countries under evaluation. That is, the observed values of inputs and output of these units are quite different of the other ones and this could be the cause to be part of the efficiency frontier (and not a good performance).

#### **4. Concluding remarks.**

In this paper, an study on the efficiency of the educational systems of the OECD countries has been developed. The study is based on the application of the Data Envelopment Analysis (DEA) methodology and the dataset provided by the PISA report. The analysis has been done considering the resources of each system and results of each economy in the mathematical test in PISA 2015.

The PISA report assesses the learning achievement of the students and classifies them into seven level of proficiency, depending on their abilities. Therefore, for each country, the percentage of students in every proficiency level is available. We propose to use these values instead of the mean score on a particular topic to evaluate each country. Using this variable as an output permits to avoid the consideration of plausible values and a straight interpretation of the benchmarks but requires a specific model, such as that developed in this paper. It is easy to see that the total amount of the different outputs cannot increase, but can only be reallocated, since we are dealing with percentages.

A variation of the weighted additive DEA model to reallocate outputs has been proposed. Contrary to radial models, the strategy to achieve efficiency of additive models allows each variable (inputs and outputs) to be modified by a particular quantity. By including a vector of weights, the relative importance of each variable can be suitably represented. This feature allows us to take into account the differences in cost or the effort the units must exert to increase or reduce, respectively, the diverse outputs and inputs.

We develop a model for this particular context. We consider a situation in which the aggregate value of the output is a fixed value and the strategy to improve the performance is a reallocation of units across the outputs. Increasing a particular output necessarily implies a reduction of any other output (in order to maintain the aggregate value constant and equal to 100) and the DMUs are interested in moving units from the least to the most valued level.

As a result, the countries have been classified into two different groups: the efficient and inefficient units. The first group is identified by null values in all the slacks. Additionally, the model provides an efficient reference country with similar input structure for every inefficient country in order to improve their results. The countries that serve as a reference for the greatest number of educational systems are Korea and Japan. For the inefficient units, the values of slacks and projected outputs can serve as an accurate guide to political actors. These values represent a target for the number of students that achieve each proficiency level, and have been obtained considering other countries with a similar structure of inputs and outputs.

Future lines of research could carry out an in-depth study into the causes that provoke the differences between the educational systems, and could analyse how to make reforms that would solve the problems of the inefficient countries, since DEA models can only offer general guidelines. Improvements in the theoretical model are also possible, among others, the inclusion of additional information (complete or incomplete) or the consideration of additional procedures in order to determine the vector of weights associated to each level.

## Acknowledgments

This work has been partially funded by the Ministry of Science, Research and Universities, project PGC2018-095786-B-I00.

## References

- Agasisti, T. (2011). Performances and spending efficiency in higher education: A European comparison through non-parametric approaches. *Education Economics*, 19(2), 199-224.
- Agasisti, T. (2014). The efficiency of public spending on education: An empirical comparison of EU countries. *European Journal of Education*, 49(4), 543-557.
- Afonso, A., & St. Aubyn, M. (2006a) Non-parametric approaches to education and health efficiency in OECD countries. *Journal of Applied Economics*, 8(2), 227-246.
- Afonso, A., & St. Aubyn, M. (2006b). Cross-country efficiency in secondary education provision: a semi-parametric analysis with non-discretionary inputs. *Economic Modelling*, 23(3), 476-491.
- Aristovnik, A. (2011). An analysis of the efficiency of education spending in central and eastern Europe. *EconPapers*. Retrieved from <http://EconPapers.repec.org/RePEc:isv:mklp11:277-286>.

- Banker, R.D., Charnes, A., & Cooper, W.W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiency in data envelopment analysis. *Management Science*, 30, 1078-1092.
- Bardhan, I., Bowlin, W.F., Cooper, W.W., & Sueyoshi, T. (1996). Models for efficiency dominance in data envelopment analysis. Part I: Additive models and MED measures. *Journal of the Operational Research Society of Japan*, 39, 322-332.
- Bessent, A.M., & Bessent, E.W. (1980). Determining the comparative efficiency of schools through data envelopment analysis. *Educational Administration Quarterly*, 16(2), 57-75.
- Bessent, A.M., Bessent, E.W., Kennington, J., & Reagan, B. (1982). An application of mathematical programming to assess productivity in the Houston independent school district. *Management Science*, 28, 1355-1367.
- Cazals, C., Florens, J.P., & Simar, L. (2002). Nonparametric frontier estimation: A robust approach. *Journal of Econometrics*, 106(1), 1-25.
- Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operations Research*, 2, 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E. (1981). Evaluating program and managerial efficiency: an application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through. *Management Science*, 27, 668-697.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Golany, B., & Seiford, L. (1985). Foundations of Data Envelopment Analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions. *Journal of Econometrics*, 30(1), 91-107.
- Clemens, B. (2002). How efficient is education spending in Europe?. *European Review of Economics and Finance*, 1, 3-26.
- Cook, W.D., Kress, M., & Seiford, L.M. (1993). On the use of ordinal data in Data Envelopment Analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 44 (2), 133-140.
- Cook, W.D., Kress, M., & Seiford, L.M. (1996). Data Envelopment Analysis in the presence of both quantitative and qualitative factors. *Journal of the Operational Research Society*, 47, 945-953.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M., & Tone, K. (2000). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. New York: Springer.
- Cordero-Ferrera J.M., Crespo-Cebada, E., Pedraja-Chaparro, F., & Santin-Gonzalez, D. (2011). Exploring educational efficiency divergences across Spanish regions in PISA 2006. *Revista de Economia Aplicada*, 19(57), 117-145.
- Färe, R., Grosskopf, S., Lovell, C.A.K., & Pasurka, C. (1989). Multilateral productivity comparison when outputs are undesirable: A non-parametric approach. *The Review of Economic and Statistics*, 71, 90-98.
- Farrell, M.J. (1957). The measurement of the efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society Series A*, 120(3), 253-290.
- Gimenez, V., Prior, D., & Thème, C. (2007). Technical efficiency, managerial efficiency and objective setting in the educational system: An international comparison. *Journal of the Operational Research Society*, 58, 996-1007.



- Gouveia, M.C., Dias, L.C., & Antunes, C.H. (2008). Additive DEA based on MCDA with imprecise information. *Journal of the Operational Research Society*, 59(1), 54-63.
- Hanushek, E. (1979). Conceptual and empirical issues in the estimation of educational production functions. *Journal of Human Resources*, 14(3), 351-288.
- Johnes, J. (2006). Data Envelopment Analysis and its application to to the measurement of efficiency in higher education. *Economics of Educations Review*, 25(3), 273-288.
- Levin, H. (1974). Measuring the efficiency in educational production. *Public Finance Quarterly*, 2, 3-24.
- Lovell, C.A.K., & Pastor, J.T. (1995). Units invariant and translation invariant DEA models. *Operations Research Letters*, 18, 147-151.
- Lozano, S., & Villa, G. (2006). Data Envelopment Analysis of integer-values of inputs and outputs. *Computers and Operational Research*, 33, 3004-3014.
- Mancebón M.J., & Bandrés, E. (1999). Efficiency evaluation in secondary schools: The key role of model specification and of ex post analysis of results. *Education Economics*, 7(2), 131-152.
- Mancebón, M.J., Calero, J., Choi, A. & Ximénez-De-Embún, D.P. (2012). The efficiency of public and publicly subsidized high schools in Spain: Evidence from PISA-2006. *Journal of the Operational Research Society*, 63(11), 1516-1533.
- OECD (2012). *PISA 2009 Technical Report*. PISA, OECD Publishing. DOI: 10.1787/9789264167872-en.
- OECD (2013). *PISA 2012 Results: What Makes Schools Successful? Resources, Policies and Practices (Volume IV)*. PISA, OECD Publishing. DOI: 10.1787/9789264201156-en.
- Portela, M.C.A.S., & Thanassoulis, E. (2001). Decomposing school and school type efficiency. *European Journal of Operational Research*, 132(2), 114-130.
- Rasch, G. (1960). *Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests*. Copenhagen, Denmark: Danmarks Paedagogiske Institut.
- Santin, D., & Sicilia, G. (2015). Measuring the efficiency of public schools in Uruguay: main drivers and policy implications. *Latin America Economic Review*, 24(5), 1-28.
- Scheel, H. (2001). Undesirable outputs in efficiency evaluation. *European Journal of Operational Research*, 132, 400-410.
- Sutherland, D., Price, R., & Gonand, F. (2009). Improving public spending efficiency in primary and secondary education. *OECD Journal of Economic Studies*, 1, 1-30.
- Thrall RM. (1996). Duality, classification and slacks in DEA. *Annals of Operations Research*, 66, 109-138.
- Tone, K. (2001). A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 130 (3), 498-509.
- Wright, B.D., & Masters, G.N. (1982). *Rating scale analysis*. Chicago: MESA Press.

Worthington, A.C. (2001). An empirical survey of frontier efficiency measurement techniques education. *Education Economics*, 9(3), 245-268.

Wu, M., & Adams, R. (2007). *Applying the Rasch model to psycho-social measurement: A practical approach*. Melbourne: Educational Measurement Solutions.

## Annex 1

**Table 4. Main results. Benchmarks.**

DMU	References												
	Chile	Denmark	Estonia	Finland	Hungary	Ireland	Japan	Korea	Netherlands	Poland	Slovak	Slovenia	Switzerland
Australia		0.244	0.273					0.363					0.119
Belgium			0.065	0.167				0.467					0.301
Canada								0.824	0.176				
France			0.591					0.205					0.205
Germany						0.447		0.349	0.107			0.086	0.010
Iceland							0.800	0.200					
Italy						0.212		0.310		0.380			0.098
Latvia			0.762		0.238								
Luxembourg								0.889	0.111				
New Zealand	0.026					0.387		0.487			0.101		
Norway								0.278	0.222				0.500
Portugal							0.258	0.742					
Spain		0.146	0.652			0.007		0.174					0.022
Sweden				0.065				0.337				0.326	0.272
United Kingdom							0.095	0.905					
United States						0.247		0.042	0.458				0.253

Source: Own elaboration.



## Análisis de confianza de las entidades bancarias, desde una perspectiva de género

GARCÍA COSTA, LAURA

Universidad Rey Juan Carlos (Madrid)

Correo electrónico: [laura.garcia.costa@urjc.es](mailto:laura.garcia.costa@urjc.es)

GARCÍA COSTA, BEATRIZ

Universidad Rey Juan Carlos (Madrid)

Correo electrónico: [beatriz.gcosta@urjc.es](mailto:beatriz.gcosta@urjc.es)

GÓMEZ MARTÍNEZ, RAÚL

Universidad Rey Juan Carlos (Madrid)

Correo electrónico: [raul.gomez.martinez@urjc.es](mailto:raul.gomez.martinez@urjc.es)

### RESUMEN

El artículo tiene como objetivo, analizar si la toma de decisión para cambiar de banco presenta diferencias significativas entre mujeres y hombres.

Para su realización, se ha utilizado una encuesta como técnica de investigación, distribuida a 209 personas, inspirada en la que realiza la Universidad de Michigan sobre el índice de confianza del consumidor. Como variables explicativas se determinan la situación bancaria actual, la situación de las finanzas en el momento actual, el grado de rentabilidad de los productos bancarios, la situación bancaria retrospectiva y la situación bancaria prospectiva. La metodología de estudio utilizada, se basa en dos modelos econométricos, lineal y no lineal, modelo probit y logit estimado a partir de las encuestas recopiladas. Como principal conclusión se precisa que sí existen diferencias significativas entre mujeres y hombres en la toma de decisión de cambiar o permanecer en su banco.

**Palabras clave:** género, confianza bancaria, lealtad, modelo econométrico, comportamiento.

**Clasificación JEL:** C01; D14; I31.

**MSC2010:** 62P20; 35Q91; 91G70.

## Confidence analysis of the banking entities, from a gender perspective

### ABSTRACT

The article aims to analyze, if the decision to change the banks present significant differences between women and men.

For the purpose, a general survey distributed to 209 people was used, inspired by the one conducted by the University of Michigan on the consumer confidence index. As explanatory variables, the following are determined: the current banking situation, the current financial situation, the degree of profitability of banking products, the retrospective banking situation and the prospective banking situation. The study methodology used is based on an econometric model estimated logit model from the surveys collected. The main conclusion is that there are significant differences between women and men in the decision to change or remain in their bank being the most conservative and risk-averse women.

**Keywords:** gender, bank confidence, loyalty, econometric model, behavior.

**JEL classification:** C01; D14; I31.

**MSC2010:** 62P20; 35Q91; 91G70.



## 1. Introducción.

El sistema económico que vivimos se caracteriza por desigualdades en materia de economía, sociales y comportamentales. En el presente artículo se va a hacer alusión al análisis de desigualdades de comportamiento analizando el género como elemento diferenciador. Por género nos referimos a un concepto con gran relevancia en las ciencias sociales contemporáneas, en la que se explican desigualdades provenientes de roles asignados por la sociedad a los hombres y a las mujeres (Herdoiza, 2015). Las diferencias de comportamiento, entre hombres y mujeres es un tema que ha suscitado distintas opiniones, existiendo diferencias biológicas entre hombres y mujeres determinando que la organización funcional del cerebro y las capacidades mentales de hombres y mujeres presentan diferencias significativas. Las investigaciones en ciencias cognitivas, particularmente neuropsicología, así lo constatan (García, 2003). Se pretende realizar una contribución, que permita identificar roles o comportamientos asociados a mujeres y roles o comportamientos asociados a hombres, en la toma de decisión de permanecer o abandonar una entidad bancaria.

Al identificar que existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en elementos comportamentales, se va a analizar la efectividad o no del análisis de decisión de entidades bancarias, mediante unas variables propuestas como son la situación bancaria actual, la situación de las finanzas en el momento actual, el grado de rentabilidad de los productos bancarios, la situación bancaria retrospectiva y la situación bancaria prospectiva. Se contextualiza en torno a las entidades bancarias, debido a la gran transformación que han sufrido desde el periodo de crisis económica y financiera en la que España se vio inmersa.

Estudiamos si la decisión a cambiar de banco, puede ser explicada mediante las variables propuestas, con el fin de confirmar las diferencias de comportamiento que existen atendiendo a su género. Determinados estudios como el de Lemmon y Portniaguina (2006) demostraron que las encuestas de confianza del consumidor tenían capacidad predictiva sobre la evolución de los mercados bancarios. La realidad del sistema bancario español se ha visto caracterizada por la necesidad de aumentar la vinculación con los clientes. Este punto es considerado uno de los objetivos empresariales más importantes para las entidades financieras (World Retail Banking Report, 2017). Las variables propuestas vienen explicadas a través de una encuesta que replica el Indicador de Confianza del Consumidor (Consumer Confidence Survey, 1967). Esta encuesta se replica teniendo en cuenta la información bancaria.

El objetivo del índice se basa en anticipar los comportamientos de consumo de los ciudadanos, por lo que su construcción se fundamenta principalmente en preguntas sobre las percepciones de los consumidores tanto en su relación con la evolución económica reciente (6 meses), como con respecto a su potencial evolución en el futuro inmediato (6 meses). Tiene su antecedente metodológico en los elaborados por la Universidad de Michigan y The Conference Board (1967) en Estados Unidos.

Harding y He (2016) analizaron cómo influye el estado de ánimo de los inversores respecto a las decisiones de inversión, realizando un ejercicio experimental. Los resultados obtenidos en este experimento mostraron que un estado de ánimo negativo aumenta el nivel de aversión al riesgo; en cambio los inversores inducidos en un estado de ánimo positivo son menos adversos al riesgo. Hirshleifer y Subrahmanyam (1998) proponen una teoría de las reacciones exageradas basadas en sesgos psicológicos. Un exceso de confianza implica autocorrelaciones negativas y exceso de volatilidad; en cambio la autoatribución sesgada determina correlaciones cortas y positivas lo que deriva en ganancias a corto plazo. Niederle y Vesterlund (2007), Eckel y Grossman (2008) promueven la economía experimental para el análisis de diferencias de género, concluyendo diferencias significativas en los comportamientos de género.

Poniendo de manifiesto lo acontecido y desarrollado por los diferentes autores, se establece el objeto de estudio presente, que se basa en analizar si existen diferencias de género en el momento de abandonar o permanecer en la entidad bancaria contextualizado en el paradigma bancario. Este análisis, viene explicado mediante las variables propuestas definidas en: la situación bancaria actual, la situación

de las finanzas en el momento actual, el grado de rentabilidad de los productos bancarios, la situación bancaria retrospectiva y la situación bancaria prospectiva.

La estructura del artículo considera, en primer lugar, la revisión de las investigaciones realizadas por diversos autores respecto a las diferencias de género y las variables propuestas con el objetivo de comprobar si existen predictores comportamentales de género. En segundo lugar, mostramos el planteamiento de hipótesis, seguido de la metodología y el diseño de la muestra. En la parte final, se exponen los resultados obtenidos y las principales conclusiones.

## **2. Marco teórico.**

Se ha demostrado que el género influye en el momento de la toma de decisiones y prueba de ello es que en los últimos años se han detectado anomalías en los mercados financieros que llevan a determinar que en los mercados no existe la eficiencia perfecta que tanto se defendió en el pasado siglo. Existen diversos sesgos de comportamiento que demuestran la imperfección de los mercados definiendo una nueva línea de investigación conocida como el comportamiento de las finanzas o “Behavioral Finance”. Esta línea de investigación analiza el estudio del comportamiento de las finanzas, basada en los seres humanos, considerados como seres imperfectos en los que se observan diferencias en sus comportamientos y en la toma de decisiones, teniendo como fundamento el conjunto de teorías cognoscitivas y aspectos psicológicos que contextualizan, el porqué y el cómo de sus actos.

En este caso, se pone de manifiesto el género como factor diferenciador en la toma de decisiones debido a que en las entidades bancarias el dinero no representa lo mismo para todos.

En los últimos tiempos, se ha utilizado la economía experimental para el análisis de diferencias de género en un gran número de estudios, encontrando diferencias significativas de comportamiento entre hombres y mujeres. Gneezy y Rustichini (2004) analizaron las brechas de género exponiendo la existencia de diferencias en la equidad del proceso de selección y, en general, sobre la asignación de oportunidades. Charness y Gneezy (2012) plantearon la cuestión, que permitía conocer si los hombres tenían una menor aversión al riesgo que las mujeres, evidenciando como principal conclusión que las mujeres invierten menos y, por lo tanto, tienen una mayor aversión financiera al riesgo que los hombres. Niederle y Vesterlund (2007) expusieron, las diferencias de género estudiando las preferencias de cada uno, determinaron que éstas vienen impulsadas por diferencias en el rendimiento. Eckel y Grossman (2008) revisaron los resultados de las medidas experimentales de aversión al riesgo evidenciando significativos hallazgos en base a las diferencias sistemáticas en el comportamiento de hombres y mujeres. Buchan, Croson y Solnick (2008) consideraron que el género influía en la confianza, la probabilidad de ser confiable y el nivel de confiabilidad, compararon las opciones de hombres y mujeres en el juego de inversión, utilizando los datos de un cuestionario con el fin de comprender las motivaciones de las diferencias de comportamiento. Existen diferencias de género en las actitudes frente al riesgo y estas diferencias dependerán del entorno donde se desenvuelve el individuo (Salazar & Ospina, 2016).

Estas variaciones de comportamiento financiero de género tienen importantes implicaciones económicas y sociales tanto en el ámbito del consumo, como en el de la inversión y en el del mercado laboral (Blau & Kahn, 2000; Watson & McNaughton, 2007).

Gutiérrez y Montiel (2009) pusieron de manifiesto que existen evidencias que afectan a la conciliación de la vida laboral, familiar y personal de hombres y mujeres realizando diferenciación por género. En la toma de decisiones de género, también se atiende a un factor relevante, la lealtad, definida como el compromiso hacia la elección de repetir la compra o ser cliente efectivo de un producto o servicio en el futuro, a pesar de las influencias externas y de los esfuerzos comerciales que influyan potencialmente hacia un comportamiento de cambio (Oliver, Rust & Varki, 1997).

Desde el punto de vista de las entidades bancarias se enmarca la intención de recomendar los servicios bancarios a terceras personas, teniendo una actitud favorable hacia la entidad bancaria. Un gran número de autores han estudiado la importancia de la lealtad. Dick y Basu (1994) defienden la lealtad del cliente como un concepto multidimensional que consiste en un comportamiento basado en la actitud.

La lealtad bancaria contempla la actitud hacia la entidad y el comportamiento de seguir utilizando los servicios. Keller (1993) aboga porque la lealtad se presenta cuando la acumulación de actitudes hacia la marca se manifiesta en el comportamiento de compra repetido. Zeithaml, Berry y Parasuraman, (1996) añadieron la intención de recomendación a terceros en la medida de lealtad, entendiendo ésta como un constructo multidimensional. La lealtad es entendida como un comportamiento repetitivo de compra que tienen y que mejora la relación entre ambas partes, clientes y entidades (Bass, 1974; Mick, & Fournier, 1998).

El valor del cliente unido a indicadores de confianza, permitieron establecer la relación bilateral (Gil-Lafuente, Ortigosa & Merigó, 2016). Atendiendo a la satisfacción y confianza de los clientes, Rust y Oliver (1994) concibieron que si la satisfacción recibida por parte de un servicio es óptima permitirá al cliente establecer relaciones sólidas con la entidad bancaria y fomentar relaciones a largo plazo mejorando rentabilidades y vinculación de clientes. Shankar, Sultan y Urban, (2002) investigaron acerca de los determinantes y el papel de la confianza del consumidor en el negocio electrónico, examinando las percepciones de confianza del consumidor en un sitio web.

Ranaweera, McDougall y Bansal (2005) consideraron un modelo teórico que capturaba las características principales del sitio web y explicaba cómo la reacción del usuario al sitio web viene determinada por un conjunto de características que podría moderar las percepciones del consumidor de los sitios web, así como los comportamientos posteriores, concluyendo que las percepciones del cliente tienen una gran importancia.

Westbrook y Oliver (1981) centraron su estudio de investigación en la comparación entre los resultados de la experiencia alcanzada y las expectativas previas. El estado psicológico de seguridad produce que el consumidor sea vulnerable a las acciones y resultados de la otra parte.

Mayer, Davis y Schoorman (1995) presentaron una definición de confianza y un modelo de sus antecedentes y resultados, que integraban la investigación de múltiples disciplinas y diferenciaban la confianza de construcciones similares. Rempel, Holmes y Zanna (1985) probaron un modelo teórico de confianza, obteniendo como principal conclusión la existencia de que la confianza disminuía la incertidumbre, la selección adversa, los escenarios de pánico y la sensación de inseguridad.

Las variables explicativas propuestas están definidas por unos ítems propuestos basados en la encuesta Indicador de Confianza del Consumidor (Consumer Confidence Survey, 1967). La variable objetivo es la disposición de cambiar de banco desagregado en género.

La revisión de la literatura pone de manifiesto que el estudio de las variables definidas puede influir en la toma de decisión de las personas a cambiar o permanecer en su banco existiendo diferencias de toma de decisión entre hombres y mujeres. La principal aportación de este estudio se especifica mediante dos modelos econométricos: un modelo lineal planteado en modelo probit y un segundo enfoque no línea planteado en modelo logit. En ambos modelos, se evidencia una aportación concluyente del objeto de estudio planteado.

### 3. Hipótesis.

Teniendo en cuenta la literatura citada en el epígrafe anterior se pretende analizar, sí con los datos obtenidos en el índice de confianza del consumidor enfocado al sector bancario se determinan diferencias significativas entre hombres y mujeres en el momento de tomar la decisión de permanecer o abandonar su entidad bancaria.

H1: Existe mayor propensión al cambio de banco en situaciones bancarias adversas.

H2: Los hombres son menos fieles a su entidad bancaria.

Los datos replicados a través de una encuesta del índice de confianza del consumidor, enfocado al sector bancario, determina diferencias significativas entre hombres y mujeres en el momento de tomar la decisión de permanecer o abandonar la entidad bancaria.

Atendiendo a las hipótesis planteadas, se realizarán dos análisis, un modelo desde la perspectiva probit y un segundo análisis logit. Sobre la base de los análisis propuestos, se determinará si las variables utilizadas en los modelos son significativas y tienen capacidad de acierto. Se expone el supuesto de que las variables propuestas y la variable endógena “género” tiene impacto en la toma de decisiones de las personas a permanecer o cambiar de entidad bancaria.

### 4. Metodología.

La metodología utilizada para analizar la relación entre el comportamiento de mujeres y hombres, sigue el paradigma planteado de cambiar o permanecer en su entidad bancaria. Realizando mediante dos análisis, un análisis econométrico lineal modelo probit y un segundo análisis modelo no lineal logit. Los resultados se obtienen de una encuesta de elaboración propia que replicará las bases teóricas del índice de confianza del consumidor enfocado al sector bancario (Consumer Confidence Survey, 1967).

Las variables explicativas se detallan en las siguientes:

- Género: Mujer/Hombre
- ¿Cómo describiría la situación actual de los bancos/Entidades Bancarias? ¿Cómo la calificaría Ud.: Muy satisfecho, Satisfecho, Indiferente, Insatisfecho o Muy Insatisfecho?
- ¿Cómo describiría la situación actual de sus finanzas personales? ¿Cómo la calificaría Ud.: Muy satisfecho, Satisfecho, Indiferente, Insatisfecho o Muy Insatisfecho?
- ¿Cómo considera el momento actual, para obtener rentabilidad/beneficio con los servicios que ofrecen los bancos? ¿Cómo la calificaría Ud.: Muy satisfecho, Satisfecho, Indiferente, Insatisfecho o Muy Insatisfecho?
- ¿Diría que financieramente se encuentra mejor, peor o igual que hace un año? ¿Cómo lo calificaría Ud.: Mejor, Igual, Peor?
- ¿Cree que dentro de un año estará financieramente mejor, peor o igual que ahora? ¿Cómo la calificaría Ud.: Mejor, Igual, Peor?
- ¿Está dispuesto a cambiar de banco? Sí/No

Para la primera validación de hipótesis, se construye un modelo de regresión lineal en el que la variable endógena es definida en la siguiente pregunta ¿Estaría Ud. Dispuesto a cambiar de banco? Por favor, responda Sí o No. La respuesta “Sí” significa que sí está dispuesto a cambiar de banco y “No” que Ud. No está dispuesto a cambiar de banco. El modelo se divide haciendo una desagregación por género.



El primer análisis incluye los resultados obtenidos en la encuesta por el género femenino y el segundo análisis considera los resultados obtenidos por el género masculino. En el modelo se plantea la estructura básica del modelo lineal.

$$Y_t = a + bX_t + u_t, \dots, t=1, 2, \dots, 209$$

donde:

$Y_t$ : representa la disposición a cambiar de banco con el tamaño muestral seleccionado

$\alpha$ : es el parámetro independiente del modelo

$\beta$ : es el parámetro dependiente, es la variable explicativa.

La variable  $Y_t$  es la variable cuyo comportamiento se pretende explicar a través de los predictores  $X_1, X_2, \dots, X_t$  siendo las distintas variables que se suponen una gran relevancia como variables explicativas.

Para validar la veracidad de las hipótesis, se realiza un modelo econométrico por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), utilizando los datos de la encuesta en términos absolutos. Para comprobar la viabilidad de las regresiones planteadas y eliminar la heterocedasticidad, se utilizará el modelo econométrico por Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG).

Para el segundo modelo se construye un modelo logit desagregado por género. El análisis logit es una técnica estadística desarrollada para investigar las relaciones entre una variable binaria y una o más variables independientes. Las variables independientes son las variables propuestas y el criterio de clasificación de la variable dependiente está definido en la siguiente pregunta, ¿Estaría Ud. Dispuesto a cambiar de banco? Por favor responda Sí o No. La respuesta “Sí” significa que sí está dispuesto a cambiar de banco y “No” que Ud. No está dispuesto a cambiar de banco. Siendo 1 para las personas que sí deciden cambiar de banco y 0 para las personas que deciden no cambiar de banco. El modelo logit permite, además de obtener estimaciones de la probabilidad de un suceso, identificar los factores de riesgo que determinan dichas probabilidades, así como la influencia o peso relativo que éstos tienen sobre las mismas.

En el modelo de regresión logit la variable endógena ( $Y_i$ ) es en todos los casos es:

$Y_i$ : Disposición de un cliente a cambiar o permanecer en su entidad bancaria:

Sí: cambian de banco (1)

No: cambian de banco (0)

El modelo de regresión Logit viene expresado en la siguiente ecuación:

$$Y_i = (Z_i) + u_i, i = 1, \dots, t.$$

donde  $Z_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki}$  dados los valores de las variables independientes,  $x_2, \dots, x_k$  probabilidades de que la variable dependiente tome los valores 1 y 0.

Los regresores en ambos modelos vienen definidos en las siguientes variables:

- SIT BANCARIA ACTUAL: Rango de datos de la situación bancaria actual ponderados en la valoración de 0 a 5, siendo 0 una situación muy insatisfactoria y 5 una situación muy satisfactoria.

- SIT FINANZAS ACTUAL: Rango de datos de la situación financiera actual ponderados en la valoración de 0 a 5, siendo 0 una situación muy insatisfactoria y 5 una situación muy satisfactoria.
- GRADO DE RENTABILIDAD DE SUS PRODUCTOS BANCARIOS: Rango de datos del grado de rentabilidad de sus productos bancarios actual ponderados en la valoración de 0 a 5, siendo 0 una situación muy insatisfactoria y 5 una situación muy satisfactoria.
- SIT BANCARIA REPROSPECTIVA: Rango de datos de la situación financiera actual ponderados en la valoración de 0 a 3, siendo 0 una situación muy insatisfactoria y 3 una situación muy satisfactoria.
- SIT BANCARIA PROSPECTIVA: Rango de datos de la situación financiera actual ponderados en la valoración de 0 a 3, siendo 0 una situación muy insatisfactoria y 3 una situación muy satisfactoria.

Los datos han sido extraídos a través de una encuesta.

Se plantea un modelo subdividido en dos grupos: el primero incluye los resultados obtenidos en la encuesta por el género femenino y el segundo modelo considera los resultados obtenidos en el género masculino. La estimación en modelos logit se realiza mediante el método de Máxima Verosimilitud (MV).

Se aceptará la hipótesis 1 cuando al menos existan 3 variables explicativas en ambos modelos planteados (SIT BANCARIA ACTUAL, SIT FINANZAS ACTUAL, GRADO DE RENTABILIDAD DE SUS PRODUCTOS BANCARIOS, SIT BANCARIA REPROSPECTIVA, SIT BANCARIA PROSPECTIVA) que determinen que la proclividad al cambio de banco es mayor en situación adversas.

Se aceptará la hipótesis 2 cuando se afirme según los modelos planteados, que las variables explicativas planteadas en ambos modelos (SIT BANCARIA ACTUAL, SIT FINANZAS ACTUAL, GRADO DE RENTABILIDAD DE SUS PRODUCTOS BANCARIOS, SIT BANCARIA REPROSPECTIVA, SIT BANCARIA PROSPECTIVA) muestren variables más significativas en el caso del género masculino al cambio de entidad bancaria que en el género femenino. Con esta afirmación, se precisa que los hombres son menos fieles a su entidad bancaria.

## **5. Diseño de la muestra.**

La base de datos está constituida por las valoraciones obtenidas a través del método de elaboración de una encuesta. La encuesta planteada replica el Indicador de Confianza del Consumidor (Consumer Confidence Survey, 1967), enfocado a clientes de la banca española. En España existe una limitación de datos, debido a que no se dispone de ningún índice, ni ningún indicador de referencia que mida la disposición de un cliente a permanecer o abandonar una entidad bancaria.

El formulario web consta de un total de 15 preguntas, de las que 7 de ellas son las utilizadas en el presente estudio; estas cuestiones son de tipo Likert basadas en la base metodológica del Indicador de Sentimiento del Consumidor. Este indicador procede del Índice del Sentimiento del Consumidor elaborado por la Universidad de Michigan y The Conference Board en Estados Unidos. El Indicador de Sentimiento del Consumidor es un indicador que trata de medir la Confianza del Consumidor a largo plazo. En Estados Unidos se refieren a este indicador con las siglas MCSI o como Consumer Sentiment Index o simplemente Consumer Sentiment. Las cuestiones planteadas se presentan en la escala graduada de Likert (1932) que permiten al encuestado posicionarse en determinados ítems que van del 1 al 5, donde el número 1 representa nada satisfecho con su entidad bancaria y 5 muy satisfecho con su entidad bancaria. La escala de tipo Likert es una escala psicométrica comúnmente utilizada en cuestionarios y es la escala de uso más amplio en encuestas para la investigación.

Las preguntas seleccionadas son cinco que muestran la réplica del Índice del sentimiento del consumidor y dos adicionales para determinar el género del encuestado/a y la variable objetivo disposición a cambiar de banco. El cuestionario se realizó en el año 2018 y 2019, destacando el carácter voluntario y anónimo de las muestras. El canal de comunicación se realizó mediante redes sociales con una consecución de más de 20.000 visualizaciones. En total la muestra final ha estado compuesta por 209 observaciones. El cuestionario se presentó en Google drive y se publicó en distintas plataformas sociales (LinkedIn, Facebook, Whatsapp). Se decidió compartir en redes sociales por la accesibilidad y simplicidad para obtener información y conseguir impacto en un periodo corto de tiempo. Los datos fueron sometidos a un análisis de confiabilidad y consistencia. Para medir la fiabilidad de los datos se utilizó el estadístico Alfa o modelo de consistencia interna de Cronbach, que mostró coeficientes superiores a 0.80 (0.878) en la escala analizada. Por esta razón se considera que la escala de datos es aceptable y tienen una consistencia fuerte. Se extrajo una muestra final de 209, mediante muestreo aleatorio simple.

## 6. Resultados.

Por medio del software econométrico GRETL se han realizado las validaciones para las hipótesis planteadas. La forma de analizar las regresiones planteadas, es mediante dos validaciones.

En un primer lugar, una estimación lineal, modelo probit y, en segundo lugar, una estimación no lineal, modelo logit, siendo la variable dependiente en ambos casos, la disposición de los clientes a cambiar o permanecer en su banco. Para desarrollar ambas validaciones se han creado dos conjuntos de datos, agrupados en grupo mujeres y grupo hombres. Se dispone de los datos absolutos obtenidos en la encuesta que reflejan el comportamiento de las mujeres y el segundo modelo refleja el comportamiento de los hombres respecto a la disposición a cambiar o permanecer en su entidad bancaria.

En el primer caso, se realiza una estimación probit, en la que la variable dependiente será construida por la disposición de las mujeres a cambiar o permanecer en el banco, y las variables explicativas son las ponderaciones de 0 a 5 de las cinco preguntas planteadas; se realiza una estimación por mínimos cuadrados ordinarios (MCO), en la que la variable dependiente será construida por la disposición de las mujeres a cambiar o permanecer en el banco, y las variables explicativas son las ponderaciones de 0 a 5 de las cinco preguntas planteadas.

**Tabla 1. Estimación MCO del modelo-Mujeres 122 observaciones**

Variable	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
Const	0,946513	0,159603	5,9304	<0,00001	***
SIT BANCOS	-0,0655827	0,0400428	-1,6378	0,10417	
SIT FINANZAS	0,0319199	0,0403778	0,7905	0,43083	
RENTABILIDAD	0,00558104	0,0384961	0,1450	0,88498	
SIT BANK RETRO	-0,000581164	0,0586061	-0,0099	0,99210	
SIT BANK PROSPE	-0,0165418	0,0553642	-0,2988	0,76564	

\* Intervalo de confianza del 90%.

\*\* Intervalo de confianza del 95%.

\*\*\* Intervalo de confianza del 99%.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 1 se contemplan los estadísticos descriptivos de las regresiones realizadas en datos absolutos. En el análisis econométrico realizado, encontramos que el parámetro  $\beta$  relaciona las

valoraciones obtenidas en la encuesta y utilizamos cómo variable endógena la disposición a cambiar de banco.

A partir de los datos obtenidos, se concluye más que a la significación del modelo, se validan las hipótesis haciendo alusión a las tendencias de las mismas. Se confirma que en el 60% de los casos, los resultados son más determinantes en la situación bancaria actual, situación bancaria prospectiva y retrospectiva cuando existe una mayor inestabilidad; la disposición de una mujer cliente de la banca española incide de forma negativa determinando que se incremente el número de mujeres dispuestas a abandonar su banco.

Para eliminar la autocorrelación existente y heteroscedasticidad en las variables estudiadas, se va a plantear el modelo por mínimos cuadrados generalizados (MCG).

Los estadísticos obtenidos por mínimos cuadrados generalizados, confirman que en 3 de los 5 casos analizados la disposición de las mujeres a cambiar o permanecer en banco será mayor cuando nos encontremos ante una situación de inestabilidad bancaria, obteniendo una tendencia significativa al 95% ante la situación bancaria actual.

**Tabla 2. Estimación MCG del modelo-Mujeres 122 observaciones.**

Variable	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
Const	1,0512	0,0950136	11,0636	<0,00001	***
SIT BANCOS	-0,0822634	0,0325263	-2,5291	0,01278	**
SIT FINANZAS	0,00458458	0,0284493	0,1611	0,87226	
RENTABILIDAD	0,0050325	0,0305626	0,1647	0,86950	
SIT BANK RETRO	-0,0400991	0,0379442	1,0568	0,29280	
SIT BANK PROSPE	-0,0424952	0,032351	-1,3136	0,19158	

\* Intervalo de confianza del 90%.

\*\* Intervalo de confianza del 95%.

\*\*\* Intervalo de confianza del 99%.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se realiza una estimación por mínimos cuadrados ordinarios, en la que la variable dependiente será construida por la disposición de los hombres a cambiar o permanecer en el banco, y las variables explicativas son las ponderaciones de 0 a 5 de las cinco preguntas planteadas.

En la Tabla 3 se contemplan los estadísticos descriptivos de las regresiones realizadas en datos absolutos. En el análisis econométrico realizado, se establece que el parámetro  $\beta$  relaciona las valoraciones obtenidas en la encuesta del género masculino.

Teniendo en cuenta el modelo planteado, se confirma que cuando aplicamos el análisis econométrico obtenemos valores significativos al 99% en la pregunta de que los hombres deciden cambiar de banco según la situación actual de los bancos, al 90% de significación los hombres estarían dispuestos a cambiar de banco según la situación de sus finanzas y a un 99% de significación los hombres estarían dispuestos a cambiar de entidad bancaria si la situación bancaria futura es más inestable. Se considera que el modelo propuesto presenta variables significativas, confirmando que en 3 de los 5 casos planteados se muestra una tendencia negativa, cuando influye la situación bancaria, la situación de las finanzas y la situación bancaria retrospectiva, provoca una mayor tendencia a abandonar su entidad bancaria.

**Tabla 3. Estimación MCO del Modelo-Hombres observaciones 1-87.**

Variable	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
Const	0,987259	0,227417	4,3412	0,00004	***
SIT BANCOS	-0,169641	0,0469417	-3,6139	0,00052	***
SIT FINANZAS	-0,0968027	0,0569679	-1,6993	0,09311	*
RENTABILIDAD	0,0105618	0,0485897	0,2174	0,82847	
SIT BANK RETRO	-0,0395064	0,0777858	-0,5079	0,61291	
SIT BANK PROSPE	0,237801	0,0740701	3,2105	0,00190	***

\* Intervalo de confianza del 90%.

\*\* Intervalo de confianza del 95%.

\*\*\* Intervalo de confianza del 99%.

Fuente: Elaboración propia.

Para eliminar la autocorrelación existente y heteroscedasticidad en las variables estudiadas, se plantea el modelo comprendido en mínimos cuadrados generalizados (MCG). En la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos por mínimos cuadrados generalizados, de la disposición del género masculino a cambiar de banco, determinando una mayor disposición afirmativa ante situaciones de inestabilidad bancaria.

**Tabla 4. Estimación MCG del modelo-Hombres observaciones 1-87.**

Variable	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
Const	1,01431	0,1066	9,5151	<0,00001	***
SIT BANCOS	-0,101394	0,0303488	-3,3409	0,00126	***
SIT FINANZAS	-0,0409872	0,0293098	-1,3984	0,16581	
RENTABILIDAD	0,0257918	0,0281568	0,9160	0,36238	
SIT BANK RETRO	-0,0522828	0,0509199	-1,0268	0,30759	
SIT BANK PROSPE	0,100409	0,042511	2,3620	0,02058	**

\* Intervalo de confianza del 90%.

\*\* Intervalo de confianza del 95%.

\*\*\* Intervalo de confianza del 99%.

Fuente: Elaboración propia.

Según los datos obtenidos por mínimos cuadrados generalizados, se confirma que en 3 de los 5 casos analizados la disposición de los hombres a cambiar de banco será mayor cuando nos encontremos ante una situación de inestabilidad bancaria, mostrando una tendencia significativa al 99% ante la situación bancaria actual y un nivel de significación del 95% atendiendo a la situación bancaria prospectiva.

Con los datos analizados por mínimos cuadrados ordinarios y generalizados se determina que, con las variables propuestas, tanto en género femenino como masculino, existe mayor propensión al cambio de banco ante situaciones bancarias adversas, por tanto, se aceptaría la hipótesis H1: Existe mayor propensión al cambio de banco en situaciones bancarias adversas. A la luz de los datos obtenidos con el modelo probit, se establece que el género masculino se ve influenciado por un mayor grado de variables explicativas y un mayor nivel de significación en el momento de cambiar de banco. Se afirma que los hombres muestran menos fidelidad a su entidad bancaria, en consecuencia, confirmando la hipótesis H2: Los hombres son menos fieles a su entidad bancaria.

En la segunda validación, se realiza una estimación logit, en la que la variable dependiente es constituida, por la disposición a cambiar o permanecer en el banco, y las variables explicativas son las ponderaciones de 0 a 5 de las cinco preguntas planteadas. Se procede a analizar en el primer caso, la muestra de mujeres.

**Tabla 5. Estimaciones logit, relación existente entre la variable objetivo “Disposición a cambiar de banco” y variables explicativas, en el caso de género femenino.**

Variable	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p
Const	2,58537	1,19126	2,1703	
SIT_BANCOS	-0,44789	0,276162	-1,6218	-0,0609112
SIT_FINANZAS	0,211987	0,278362	0,7616	0,0288294
RENTABILIDAD	0,0283527	0,268232	0,1057	0,00385586
SIT_BANK_RETRO	-0,00502179	0,428111	-0,0117	-0,000682943
SIT_BANK_PROSPE	-0,154183	0,422005	-0,3654	-0,0209682

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5 se muestran los estadísticos descriptivos de las regresiones realizadas en datos absolutos. Con los datos analizados en el modelo, se observa que la variable que explica la “SIT\_BANCOS” tanto en el momento actual, como en el momento prospectivo y retrospectivo, mantiene una relación inversa con la disposición a permanecer en su banco. Cuando existe una mayor inestabilidad, la disposición de una mujer cliente de la banca española va a replicar de una forma negativa determinando que se incremente el número de mujeres dispuestas a abandonar su banco. En el segundo caso, se realiza una regresión logit del género masculino, en la que la variable dependiente será construida por la disposición de los hombres a cambiar o permanecer en el banco, y las variables explicativas son las ponderaciones de 0 a 5 de las cinco preguntas planteadas.

En la Tabla 6 se contemplan los estadísticos descriptivos de las regresiones realizadas en datos absolutos del género masculino. A la luz de los hallazgos obtenidos, se considera una tendencia significativa al 99% ante la situación bancaria actual, un nivel de significación del 90% atendiendo a la situación de las finanzas y un 99% de significación de la situación bancaria prospectiva.

**Tabla 6. Estimaciones logit, relación existente entre la variable objetivo “Disposición a cambiar de banco” y variables explicativas, en el caso de género masculino.**

Variable	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
Const	3,30425	1,67641	1,9710	0,04872	**
SIT_BANCOS	-1,21389	0,382046	-3,1773	0,00149	***
SIT_FINANZAS	-0,793093	0,462291	-1,7156	0,08624	*
RENTABILIDAD	0,138484	0,338952	0,4086	0,68286	
SIT_BANK_RETRO	-0,20474	0,542613	-0,3773	0,70593	
SIT_BANK_PROSPE	1,67294	0,579884	2,8849	0,00391	***

\* Intervalo de confianza del 90%.

\*\* Intervalo de confianza del 95%.

\*\*\* Intervalo de confianza del 99%.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que la variable que explica la “SIT\_BANCOS”, “SIT\_FINANZAS”, “SIT\_BANK\_RETRO” tanto en el momento actual, como en el momento retrospectivo, mantiene una relación inversa con la disposición a cambiar de banco y la situación de las finanzas tiene una relación inversa. Se confirma teniendo en cuenta las tendencias de las regresiones obtenidas mediante el modelo logit, que los hombres tienen una mayor propensión al cambio de banco. A partir de los datos obtenidos,

y analizando cada observación del género podemos concluir que más que a la significación del modelo se van a validar las hipótesis haciendo alusión a las tendencias de las mismas. Se confirma que las mujeres y los hombres, género femenino y masculino, tienen una mayor propensión a cambiar de banco, cuando existen situaciones bancarias adversas, confirmando la hipótesis H1: Existe mayor propensión al cambio de banco en situaciones bancarias adversas; cuando existe una mayor inestabilidad, la disposición de un cliente de la banca española incide negativamente determinando que se incremente el número de hombres y mujeres dispuestas a abandonar su banco.

Atendiendo a las diferencias de género, el modelo logit precisa que los hombres tienen mayor predisposición a cambiar de banco que las mujeres, ante esta situación se confirma que se acepta la hipótesis H2: Los hombres son menos fieles a su entidad bancaria.

## **7. Discusión y conclusions.**

El objetivo propuesto en esta investigación ha consistido en analizar si existen diferencias de género en el momento de abandonar o permanecer en la entidad bancaria contextualizado en el paradigma bancario. El análisis realizado, ha permitido explicar a través de las variables analizadas cómo la toma de decisiones de permanecer o abandonar la entidad bancaria viene condicionada por las variables explicativas, permitiendo desagregar por género qué sexo es más proclive al cambio.

A la luz de los resultados de la investigación propuesta, se han establecido las siguientes recomendaciones. Como conclusión principal se confirma que la investigación tiene capacidad para afirmar que, ante una situación bancaria adversa, en la que se muestren síntomas de incertidumbre e inestabilidad, la disposición afirmativa a cambiar de banco es mayor indistintamente del género. Tanto hombres como mujeres en ambos casos ante una situación económica convulsa, una situación de incertidumbre bancaria, hombres y mujeres buscan alternativas bancarias.

Según Ruiz-Tagle y Tapia (2012), las mujeres son significativamente más aversas al riesgo que los hombres, pero solo en grupos jóvenes y medios y la brecha en aversión al riesgo tiende a desaparecer en edades próximas a la jubilación.

Según un estudio realizado por Fidelity (2013), las mujeres suelen tener una menor tolerancia al riesgo que los hombres, indicando que el 4% están dispuestas a invertir una cantidad considerable de dinero para poder obtener una mayor rentabilidad con el riesgo inherente de pérdidas, frente al 15% de los hombres.

Una encuesta realizada por BlackRock (2013) muestra que las mujeres tienen un mayor porcentaje de dinero en efectivo y están menos dispuestas a arriesgar más para conseguir mayores beneficios.

En el caso de las mujeres, la toma de decisión de cambiar de banco está motivada por la situación bancaria actual, la situación bancaria retrospectiva y prospectiva. Por este motivo, se considera que las mujeres tienen mayor preocupación por el estado actual de los bancos y su futuro y cambiarían ante situaciones de incertidumbre y cambios que se dieran en la entidad bancaria, entendiendo una mayor lealtad por parte de las mujeres hacia su banco. El trabajo de Ricciardi (2008) indica que numerosos estudios experimentales y revisiones basadas en la conducta de los individuos, inciden en la importancia de que las mujeres son más conservadoras que los hombres y tienden a tomar menos riesgos.

Destacar que en el caso de los hombres las variables que influyen en la decisión de cambiar de entidad bancaria se definen en la situación bancaria actual, la situación de las finanzas, y la situación bancaria retrospectiva, y respaldado por un mayor nivel de significación. Todo ello nos muestra una realidad de que los hombres son más proclives al cambio, tienen mayor disposición que las mujeres a

cambiar de entidad bancaria. Los hombres presentan un comportamiento más influenciado a la hora de tomar la decisión de dónde depositar y dónde invertir sus ahorros.

Este hecho se traduciría en que las mujeres tienen una mayor aversión al riesgo que los hombres y por ello, la toma de decisión de cambiar de banco es más premeditada que en el caso de los hombres que son más proclives al cambio, demostrando menor lealtad a la entidad bancaria.

El sector bancario es un motor principal para la economía española y por ello es necesario impulsar modelos que ayuden a detectar a los bancos qué clientes están dispuestos a permanecer en su entidad, reportándoles beneficios vs oportunidades de futuro y cuáles serán sus clientes potenciales a abandonar su entidad bancaria. Todo ello va a suscitar que el sistema bancario español se vea fortalecido y vuelva a tener una plenitud, satisfacción y confianza.

## Referencias

- Bass, F. M. (1974). The theory of stochastic preference and brand switching. *Journal of Marketing Research*, 11(1), 1-20.
- Blackrock Survey (2013). *Encuesta global de inversiones sostenibles 2020*. Descargado de <https://www.blackrock.com/cl/quienes-somos/encuesta-sostenibilidad>.
- Blau, F.D., & Kahn, L. M. (2000). Gender differences in pay. *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 75-9
- Buchan, N.R., Croson, R.T., & Solnick, S. (2008). Trust and gender: An examination of behavior and beliefs in the investment game. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 68(3-4), 466-476.
- Charness, G., & Gneezy, U. (2012). Strong evidence for gender differences in risk taking. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 83(1), 50-58.
- Consumer Confidence Survey (1967). Descargado de <https://conference-board.org/data/consumerconfidence.cfm>
- Daniel, K., Hirshleifer, D., & Subrahmanyam, A. (1998). Investor Psychology and Security Market Under- and Overreactions. *The Journal of Finance*, 53, 1839-1885. DOI: 10.1111/0022-1082.00077.
- Dick, A.S., & Basu, K. (1994). Customer loyalty: toward an integrated conceptual framework. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 22(2), 99-113.
- Eckel, C.C., & Grossman, P.J. (2008). Men, women and risk aversion: experimental evidence. *Handbook of Experimental Economics Results*, 1, 1061-1073.
- Fidelity Survey (2013). *Fidelity Analyst Survey 2021: Counting down the days*. Descargado de <https://www.fidelityinstitutional.com/en-gb/editorial/fidelity-answers>
- García, E. (2003). Neuropsicología y género. *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría*, 86, 7-18.
- Gil-Lafuente, A. M., Ortigosa, M., & Merigó, J. M. (2016). Teoría de la incertidumbre aplicada al valor del cliente en situaciones contractuales con intervalos de confianza. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 4, 75-97.



- Gneezy, U., & Rustichini, A. (2004). Gender and competition at a young age. *American Economic Review*, 94(2), 377-381.
- Gutiérrez, O.D.M., & Montiel, L. (2009). Una cuantificación de las asimetrías por género en materia de conciliación. *Investigaciones Regionales*, 14, 107-130.
- Harding, N., & He, W. (2016). Investor mood and the determinants of stock prices: an experimental analysis. *Accounting & Finance*, 56(2), 445-478.
- Herdoiza, M. (2015). *Construyendo Igualdad en la Educación Superior. Fundamentos y lineamientos para transversalizar los ejes de igualdad y ambiente*. Quito: Senescyt /Unesco.
- Keller, K. L. (1993). Conceptualizing, measuring, and managing customer-based brand equity. *Journal of Marketing*, 57(1), 1-22.
- Lemmon, M., & Portniaguina, E. (2006). Consumer confidence and asset prices: Some empirical evidence. *The Review of Financial Studies*, 19(4), 1499-1529. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/4123480>.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. New York: The Science Press.
- Mayer, R.C., Davis, J.H., & Schoorman, F.D. (1995). An integrative model of organizational trust. *Academy of Management Review*, 20(3), 709-734.
- Mick, D.G., & Fournier, S. (1998). Paradoxes of technology: Consumer cognizance, emotions, and coping strategies. *Journal of Consumer Research*, 25(2), 123-143.
- Niederle, M., & Vesterlund, L. (2007). Do women shy away from competition? Do men compete too much? *The Quarterly Journal of Economics*, 122(3), 1067-1101.
- Oliver, R.L., Rust, R.T., & Varki, S. (1997). Customer delight: Foundations, findings, and managerial insight. *Journal of Retailing*, 73(3), 311-336.
- Ranaweera, C., McDougall, G., & Bansal, H. (2005). A model of online customer behavior during the initial transaction: Moderating effects of customer characteristics. *Marketing Theory*, 5(1), 51-74.
- Rempel, J. K., Holmes, J. G., & Zanna, M.P. (1985). Trust in close relationships. *Journal of personality and social psychology*, 49(1), 95.
- Ricciardi, V. (2008). *The Psychology of Risk: The Behavioral Finance Perspective*. N.p. Web. DOI: 10.1002/9780470404324.hof002010.
- Ruiz-Tagle, V. & Tapia, P. (2012). *Brechas por Género en Aversión al Riesgo*. Working Papers wp373, University of Chile, Department of Economics.
- Rust, R.T., & Oliver, R.W. (1994). The death of advertising. *Journal of Advertising*, 23(4), 71-77.
- Salazar, C.S., & Ospina, D.P. (2016). Género, riesgo y mercado laboral: Evidencia experimental. *Escenarios: empresa y territorio*, 5(5), 129-150.
- Shankar, V., Urban, G. L., & Sultan, F. (2002). Online trust: A stakeholder perspective, concepts, implications, and future directions. *The Journal of Strategic Information Systems*, 11(3-4), 325-344.

- Watson, J., & McNaughton, M. (2007). Gender differences in risk aversion and expected retirement benefits. *Financial Analysts Journal*, 63(4), 52-62. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/4480862>.
- Westbrook, R. A., & Oliver, R. L. (1981). Developing better measures of consumer satisfaction: Some preliminary results. *Advances in Consumer Research*, 16, 94-99.
- World Retail Banking Report (2017). *Informe Anual 2017*. Descargado de [https://worldretailbankingreport.com/wp-content/uploads/sites/3/2018/09/World\\_Retail\\_Banking\\_Report\\_2017.pdf](https://worldretailbankingreport.com/wp-content/uploads/sites/3/2018/09/World_Retail_Banking_Report_2017.pdf)
- Zeithaml, V.A., Berry, L.L., & Parasuraman, A. (1996). The behavioral consequences of service quality. *Journal of Marketing*, 60(2), 31-46.



## Modelo heurístico híbrido para el ruteo vehicular y manejo de inventario en una entidad comercializadora de combustibles

FRÓMETA MOYA, JORGE ISRAEL

Universidad de Oriente, Santiago de Cuba (Cuba)

Correo electrónico: [jorgef@uo.edu.cu](mailto:jorgef@uo.edu.cu)

PÉREZ CAMPOS, JAVIER DE JESÚS

Universidad de Oriente, Santiago de Cuba (Cuba)

Correo electrónico: [jperez@refscu.cupet.cu](mailto:jperez@refscu.cupet.cu)

### RESUMEN

El problema de ruteo vehicular combinado con el manejo de inventario es un tema complejo reconocido en su tratamiento por la literatura científica. En este trabajo se presenta un problema de este tipo con la particularidad que tiene como objetivo la optimización del indicador tráfico de carga, así como un modelo y procedimiento matemático para la resolución de este problema en una entidad comercializadora de combustibles de la región oriental de Cuba. Para ello se utilizaron métodos heurísticos combinados, de descomposición y reducción, integrados con programación lineal binaria, para la determinación del ruteo vehicular hacia los clientes. Todo ello para simplificar el problema y ofrecer una solución satisfactoria basada en el cumplimiento de niveles de inventarios de acuerdo a un nivel de cobertura planificado y el uso racional de los vehículos. Finalmente, se probó en un caso de estudio basado en una situación real operativa de la empresa en cuestión.

**Palabras clave:** ruteo vehicular, manejo de inventarios, métodos heurísticos, programación lineal binaria.

**Clasificación JEL:** C61.

**MSC2010:** 90Bxx

## Hybrid heuristic model for inventory routing management in a fuel comercial entity

### ABSTRACT

The inventory routing problem is a complex topic recognized by the scientific literature. This work shows up this kind of problem, particularly a problem with freight traffic indicator as an objective for optimization, also a mathematical model and procedure for the resolution of this problem in an entity that sales fuel in eastern region of Cuba. For it, we were used heuristics combined methods of decomposition and reduction, integrated with binary linear programming, for the determination of the routing for vehicles toward the clients. The objective was to simplify the problem and to offer a satisfying performance based on the achievement of inventory levels according to a planned covering level, the rational use of the vehicles. Finally, it was proven in a case of study based on a real operative situation of the company studied.

**Keywords:** vehicle routing problem, inventory management, heuristics methods, binary linear programming.

**JEL classification:** C61.

**MSC2010:** 90Bxx



## 1. Introducción.

El ámbito empresarial del siglo XXI exige a las empresas explotar continuamente oportunidades de mejora en sus procesos a fin de ser competitivas y responder con eficiencia y eficacia las necesidades y requerimientos de sus clientes. Es en este contexto donde la logística y sus subsistemas asociados, tales como aprovisionamiento, distribución, inventarios, etc., cobra especial importancia y por ello numerosas investigaciones se orientan a la mejora del desempeño en estos aspectos. Como herramienta invaluable en la toma de decisiones logísticas se encuentra la modelación matemática enmarcada en la Investigación de Operaciones (Lao, Vega, Marrero & Pérez, 2017). Dentro de ésta, la literatura ha prestado especial atención al problema de ruteo vehicular (VRP por sus siglas en inglés) como nombre genérico dado a la clase de problemas de naturaleza combinatoria donde se busca optimizar el rendimiento de una flota de vehículos, cuando éstos ejecutan sus viajes como parte de un itinerario (Cattaruzza, Absi, Feillet & González-Feliu, 2017).

De acuerdo a Eksioglu, Vural y Reisman (2009), la literatura sobre VRP ha ido creciendo a un ritmo de 6% por año (Braekers, Ramaekers & Van Nieuwenhuyse, 2016). Es por ello que existe una infinidad de variantes o extensiones del VRP dependiendo de las variables, objetivos, restricciones y dimensiones a considerar, entre las que se pueden destacar: el Traveling Salesman Problem (TSP) (Palhares & Araújo, 2018), Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) (Uchoa et al., 2017), Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW) (Pecin et al., 2017), Dynamic Vehicle Routing Problem (Ritzinger, Puchinger & Hartl, 2016), Inventory Routing Problem (IRP) (Coelho, Cordeau & Laporte, 2013), entre muchos otros. El problema del ruteo vehicular asociado al manejo de inventario, o Inventory Routing Problem (IRP), constituye una variante que se puede presentar cuando en un sistema logístico el distribuidor y sus clientes se relacionan bajo el principio Vendor Managed Inventory (VMI) en los que el distribuidor toma control de los inventarios de cada uno, asegurándole que se mantendrán niveles adecuados de inventarios (Campbell et al., 1998; Coelho et al., 2014).

En este trabajo se propone un modelo y procedimiento matemático heurístico que integra la planificación del transporte y el manejo de inventario como solución a un problema IRP, dado en el contexto de la planificación operativa de una empresa de distribución de combustibles. El problema que se pretende solucionar con la propuesta involucra la optimización del indicador tráfico de carga como función de valor del rendimiento de la flota de vehículos, así como el mantenimiento de los inventarios en los niveles planificados. En la concepción del modelo se emplean métodos heurísticos de descomposición y reducción, combinados con la programación lineal binaria como método de optimización exacto con un enfoque monobjetivo.

Las contribuciones principales de este trabajo son: (1) introducir un nuevo modelo y procedimiento matemático como solución de un problema de ruteo vehicular asociado al manejo de inventario en una entidad dedicada a la distribución de combustibles, cuyas particularidades en el indicador y objetivo que se persigue no se encuentra recogido en la literatura revisada; y (2) aplicar el modelo propuesto a una situación real de la planificación operativa de la empresa en cuestión y comparar los resultados respecto a los resultados obtenidos sin la aplicación del modelo.

El artículo se estructura de la siguiente forma. En la Sección 2 se presenta una revisión de la literatura relacionada con el problema IRP y las clasificaciones propuestas para el mismo. En la Sección 3 se propone el modelo matemático asociado al problema, el procedimiento de resolución y los diferentes métodos heurísticos y de optimización empleados. A continuación, en la Sección 4 se describe el caso de estudio, evaluándose los resultados obtenidos por la aplicación del modelo y el procedimiento matemático propuesto respecto a la planificación actual. Por último, se presentan las conclusiones y las líneas futuras de investigación.

## 2. Revisión de la literatura.

En esta sección se presenta la revisión de la literatura que fundamenta el vacío que se presenta en ésta respecto a la principal contribución de este trabajo. Existe una cantidad significativa de trabajos científicos publicados respecto al problema IRP. Una referencia abarcadora e interesante sobre el tema sería Coelho et al. (2014). La búsqueda bibliográfica se enfoca en los siguientes aspectos: clasificación del problema IRP, así como objetivos e indicadores claves que lo representa.

La compleja tarea de desarrollar una estrategia de distribución que optimice los niveles de inventario y al mismo tiempo optimice el rendimiento del proceso de transporte es lo que la literatura recoge como el problema del ruteo vehicular asociado al manejo de inventario, o Inventory Routing Problem (IRP). El IRP difiere del tradicional problema de ruteo vehicular (VRP), en que está basado en los niveles de consumo e inventario de los clientes y no en las órdenes de reaprovisionamiento de éstos (Campbell et al., 1998).

El problema IRP por su complejidad cuenta con diferentes variantes, dependiendo de parámetros como el horizonte de tiempo a planificar, o el número de viajes permitidos de cada vehículo, o las características del inventario y la demanda que genera (Campbell et al., 1998). Soysal, Bloemhof-Ruwaard, Haijema y Van der Vorst (2018) presentan una clasificación basada en el número de suministradores y clientes en la relación que se establece como parte del problema. No obstante, la mayoría de las investigaciones sobre este problema se pueden focalizar en tres variantes (Campbell & Savelsbergh, 2004):

- Modelo de planificación de un solo día con demanda estocástica o determinística.
- Modelo de planificación para varios días con demanda estocástica o determinística.
- Modelo de planificación permanente, con el propósito de una planificación a largo plazo.

Rahim, Iteng y Ahmad (2017) muestran una clasificación un poco más explícita del problema IRP definiendo una subclase dentro de este tipo de problema que denomina single-period deterministic inventory routing problem (SP-DIRP) donde la demanda de los clientes en un periodo de tiempo es asumida como determinada. Una clasificación similar es dada por autores como Andersson, Hoff, Christiansen, Hasle y Løkketangen (2010), así como Li, Chen, Sivakumar y Wu (2014). El problema en que se enfoca este trabajo, con determinadas particularidades, puede enmarcarse en la clasificación dada por estos autores.

Por otra parte, las diferentes investigaciones sobre IRP también tienen múltiples enfoques en lo referente a los objetivos que se persiguen con la solución de este tipo de problemas. Archetti, Coelho y Speranza (2019) hacen un análisis de diferentes estudios sobre IRP basado en las funciones objetivos que se proponen en los mismos, clasificándolos esencialmente en mono objetivos y multiobjetivos. El problema IRP clásico se enfoca en minimizar el costo total, combinando los costos del ruteo y el inventario con un enfoque mono objetivo. Recientemente, otros objetivos han sido propuestos con la finalidad de mejorar el desempeño de la cadena logística o para adaptar soluciones específicas (Archetti et al., 2019). Entre estos otros objetivos se pueden enunciar la minimización de las emisiones contaminantes y los desperdicios (Soysal et al., 2018).

Una interesante alternativa es la optimización de la razón logística o “logistic ratio”, propuesta por Archetti, Desaulniers y Speranza (2017), que consiste en la razón entre el costo de la distribución y la cantidad total distribuida, siendo el costo promedio de distribuir cada unidad con la finalidad de optimizar el impacto en la planeación a corto y largo plazo. No obstante, no se encontró en la literatura científica revisada referente al problema IRP en su definición más global, ni en la que se refiere al caso específico del Single-Period Deterministic Inventory Routing Problem (SP-DIRP), ninguna propuesta cuya función objetivo incluyera la optimización del indicador tráfico de carga, que es “la magnitud del trabajo en el transporte de carga combinando la carga y la distancia a la que se transportan los productos

y mercancías” (ONEI, 2019). La utilización de este indicador como expresión del objetivo a optimizar representa la principal peculiaridad del problema en que se enfoca el presente trabajo.

### 3. Formulación del modelo.

#### 3.1. Definición del problema.

El problema considerado en este trabajo es del tipo Single-Period Deterministic Inventory Routing Problem (SP-DIRP), teniendo como criterio de valor de las soluciones el indicador tráfico de carga. La propuesta que se propone persigue superar insuficiencias en el proceso de distribución y manejo de inventario en una empresa de distribución de combustibles en Cuba, que afectan la eficiencia y la eficacia que demanda dicho proceso.

Se definieron los supuestos que sirven de base para el modelo económico matemático:

- Se quiere satisfacer la demanda lo más rápido posible y al menor costo priorizando a partir del nivel de cobertura planificado y sin excederse de éste.
- Existe un único tipo de mercancías a transportar.
- Cada camión transporta el valor de toda su carga o el valor de la demanda del destino en cada visita.
- La flota de vehículos es limitada, heterogénea, con restricciones de capacidad pero todos estos aspectos son determinados.
- Las distancias entre los puntos físicos del modelo son conocidas; la velocidad de los vehículos y los costos asociados son proporcionales a las distancias recorridas, aunque estos valores son indeterminados e independientes del volumen de carga transportada y del tipo de vehículo o el destino.
- Cada vehículo solo carga en un único punto de origen, no existe trasbordo.
- Cada destino tiene un inventario de existencias de mercancías conocido y un consumo promedio diario también conocido de estas mercancías.
- Se utiliza un horizonte de tiempo diario para la programación del ruteo vehicular; fuera de esto, no existe ventana u horario de tiempo limitante.
- No se permiten transportes simultáneos de vehículos a un mismo destino.

#### 3.2. Formulación del modelo matemático.

El modelo matemático propuesto, se encuentra estructurado por etapas, a partir de la aplicación de un método heurístico de descomposición:

**Definición de Etapas (n):** identificación ordinal de la secuencia de visitas en orden cronológico que realiza la flota de vehículos de manera simultánea a los destinos.

$n=\{1,2,\dots,N\}$ , siendo N el número total de etapas,  $n \in \mathbb{N}$ ;

**Definición de los parámetros del modelo:** mediante estos parámetros se reflejan las condiciones del problema independientemente de la etapa en que se encuentre o de las decisiones que se adopten.

### En el caso de los vehículos:

I: Conjunto que identifica la flota de vehículos disponibles para el transporte de mercancías hacia los destinos, este conjunto estará conformado por los elementos  $i$  donde:

$i$ : Identificación única de cada vehículo:

$i \in \{1, 2, \dots, m\}$  /  $m$  es el número total de vehículos disponibles,  $i \in I$ ;

Cada vehículo tiene asociado un parámetro determinado por:

$C_i$ : Carga del volumen de mercancías del vehículo  $i$  cuando visita el origen, tal que:

$i \rightarrow C_i / C_i \in \mathbb{R}, C_i > 0$ ;

### En el caso de los destinos:

J: Conjunto que identifica los destinos a los que se puede abastecer de mercancías. Este conjunto estará conformados por los elementos  $j$  donde:

$j$ : Identificación única de cada destino:

$j \in \{1, 2, \dots, L\}$  /  $L$  es el número total de destinos,  $j \in J$ ;

Cada destino  $j$  tiene asociado un vector de parámetros de dimensión  $\mathbb{R}^4$ :

$j \rightarrow (T_j, p_j, b, E_j)$

$T_j$ : Inventario de mercancías en el destino  $j$  al inicio del problema.

$p_j$ : Posición física del destino  $j$ .

$b$ : Tiempo de cobertura planificado para cualquier destino  $j$  para todo el problema.

$E_j$ : Consumo de mercancías promedio de cada destino  $j$ .

### 3.3. Parámetros auxiliares.

$R_{(p_1, p_2)}$ : Distancia existente entre un punto físico 1 del modelo hasta otro punto 2.

**Definición de variables de estado en cada Etapa del modelo:** refleja la condición o estado del modelo que enlazan las etapas. Representa la relación entre etapas de tal manera que cuando cada etapa se optimiza por separado, la decisión resultante es automáticamente factible para el problema completo.

### En el caso de los vehículos:

El conjunto  $I$  tiene asociados  $N$  conjuntos  $I_n$ , uno por cada etapa que se analiza, de modo que:

$I_n$ : Conjunto que identifica la flota de vehículos disponibles para el transporte de mercancías hacia los destinos en cada etapa  $n$ . Este conjunto estará conformado por los elementos  $i_n$  donde:

$i_n$ : Identificación única de cada vehículo en cada etapa  $n$ .

Cada vehículo tiene asociado en cada etapa un vector de variables de dimensión  $\mathbb{R}^2$ :



$$i_n \rightarrow (c_{i_n}, p_{i_n});$$

$c_{i_n}$ : Carga del volumen de mercancías del vehículo  $i$  al inicio de cada etapa  $n$ .

$p_{i_n}$ : Posición física del vehículo  $i$  al inicio de cada etapa  $n$ :

$p_{i_n} = \{0, 1, \dots, L\}$  / siendo  $1, 2, \dots$ , hasta  $L$  los números que identifican la posición física de cada destino,  $0$ =origen;

### En el caso de los destinos:

El conjunto  $J$  tiene asociados  $N$  conjuntos  $J_n$ , uno por cada etapa que se analiza, de modo que:

$J_n$ : Conjunto que identifica los destinos en cada etapa  $n$  con demanda sin satisfacer al inicio de dicha etapa de acuerdo al nivel de cobertura planificado, este conjunto estará conformados por los elementos  $j_n$  donde:

$$J_n \subseteq J, \quad \forall n;$$

$j_n$ : Identificación única de cada destino con demanda sin satisfacer de acuerdo al nivel de cobertura planificado en cada etapa  $n$ .

Cada destino  $j_n$  tiene asociado al inicio de cada etapa un vector de variables de dimensión  $R^4$ :

$$j_n \rightarrow (t_{j_n}, w_{j_n}, a_{j_n}, d_{j_n});$$

$t_{j_n}$ : Inventario de mercancías en el destino  $j_n$  al inicio cada etapa  $n$ .

$w_{j_n}$ : tiempo de cobertura del inventario en cada etapa  $n$  del destino  $j_n$  con respecto a su demanda diaria promedio.

$a_{j_n}$ : orden de prioridad en la atención de la demanda de cada destino  $j_n$  de acuerdo a su tiempo de cobertura en la etapa  $n$ .

$d_{j_n}$ : Demanda de mercancías del destino  $j_n$  en la etapa  $n$  en dependencia de su inventario de mercancías, su demanda promedio diaria y el tiempo de cobertura planificado.

Cada conjunto  $J_n$  tiene asociado en cada etapa un conjunto  $J_n^k$  definido por la aplicación de una heurística de reducción del espacio vectorial de soluciones factibles, de modo que:

$J_n^k$ : Conjunto que identifica los destinos en cada etapa  $n$  con demanda sin satisfacer al inicio de dicha etapa de acuerdo al nivel de cobertura planificado siendo escogidos por la aplicación de la heurística de acuerdo a su nivel de prioridad. Este conjunto estará conformado por los elementos  $j_n^k$  donde:

$$J_n^k \subseteq J_n, \quad \forall n \text{ y } \forall k;$$

$j_n^k$ : Identificación única de cada destino  $j$  en la etapa  $n$  que forma parte como elemento  $k$  del vector de destinos escogidos por la heurística de reducción del espacio vectorial de soluciones factibles en la etapa  $n$ .

### Definición de los coeficientes de contribución de la función objetivo en cada etapa:

$r_{(p_i, p_{j_n^k})}$ : Distancia a recorrer por el vehículo  $i$  desde su posición al inicio de la etapa  $n$  hasta la posición de un destino  $j_n^k$ .

$y_{(i_n, j_n^k)}$ : Cantidad de mercancías a transportar por el vehículo  $i$  al destino  $j_n^k$  en dependencia de la carga del vehículo y la demanda del destino en la etapa  $n$ .

$v_{(i_n, j_n^k)}$ : Indicador de tráfico de carga que indica la carga transportada por cada unidad de distancia recorrida por el vehículo  $i$ :

$$v_{(i_n, j_n^k)} = \frac{y_{(i_n, j_n^k)}}{r_{(p_i, p_{j_n^k})}}, \quad \forall n$$

**Definición de las variables de decisión ( $X_n$ ):** conjuntos de variables de  $\mathfrak{R}^{m \times K}$  dimensiones que identifican las soluciones factibles del problema en cada etapa, de acuerdo a las variables de estado y las restricciones formuladas.

Cada variable perteneciente a un conjunto solución sería una variable binaria  $x_{(i_n, j_n^k)}$  que puede tomar valores 0 y 1 indicando si el vehículo  $i_n$  transporta mercancías o no al destino  $j_n^k$  en la etapa  $n$ .

### 3.4. Procedimiento para la formulación y resolución del modelo matemático.

El modelo matemático, conforme al método heurístico de descomposición aplicado, resuelve cada etapa como un subproblema de optimización, siguiendo una serie de pasos secuenciales, con un procedimiento “en cascada” donde los resultados de cada etapa sirven de información relevante para la siguiente y donde las soluciones interrelacionadas de todas las Etapas representan la solución del problema global. El procedimiento a seguir es el siguiente y se sintetiza en la Figura 1.

A continuación, se explica cada etapa y paso del procedimiento y modelo matemático que se propone.

#### Etapa (n=1)

Representa el primer viaje de toda la flota de vehículos en forma simultánea.

#### Paso 1. Se determinan las dimensiones y se calculan las variables de estado:

Para los vehículos:

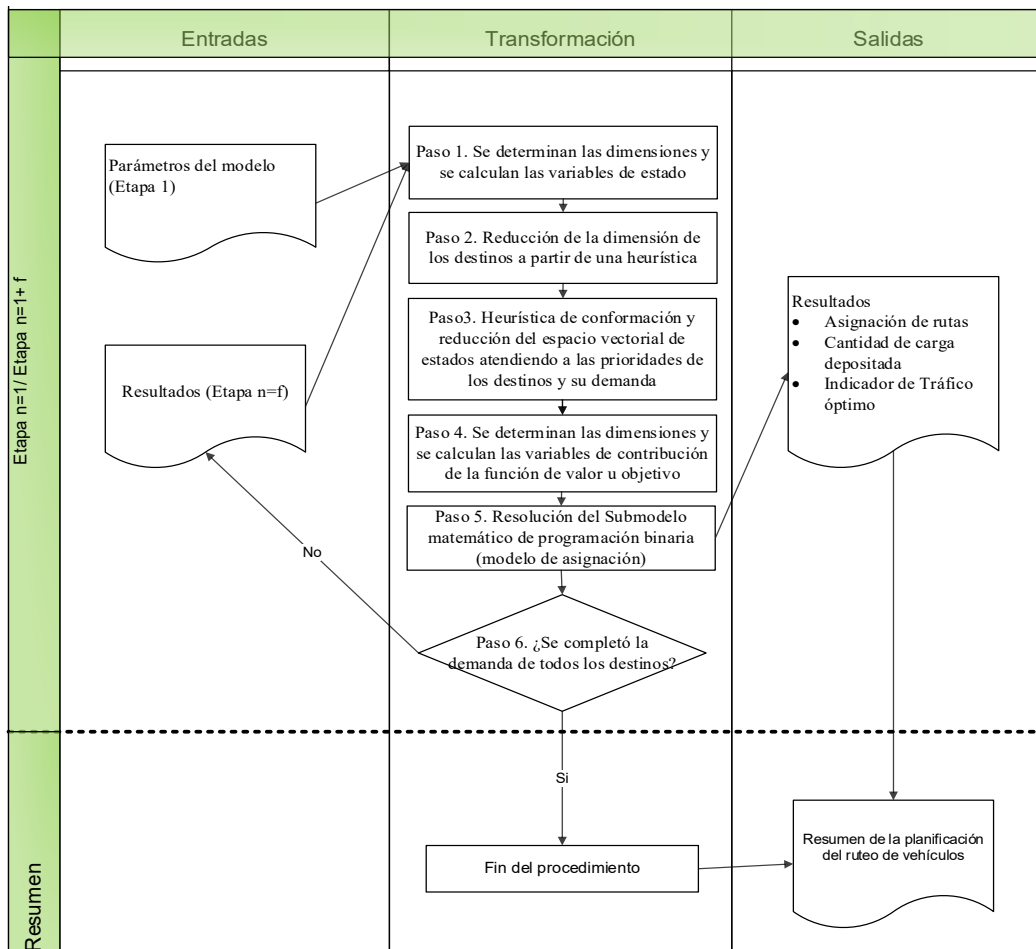
$$I_n = I, \quad \forall n \tag{1}$$

$$i_n = i, \quad \forall n \tag{2}$$

$$c_{i_{n=1}} = C_i, \quad \forall i \tag{3}$$

$$p_{i_{n=1}} = 0 \quad / 0 = \text{Origen}; \tag{4}$$

**Figura 1. Procedimiento y modelo matemático para la planificación de ruteo vehicular.**



Fuente: Elaboración propia.

Como primer paso se definen las variables de estado del modelo en esta primera etapa, resultando en que el conjunto de vehículos a analizar es el total de vehículos con que se cuentan según se muestran en las ecuaciones (1) y (2). La ecuación (3) describe que la carga con que cuenta cada vehículo en esta primera etapa es la carga total al cargar en el origen o depósito. Por su parte la ecuación (4) denota que cada vehículo en esta etapa se encuentra físicamente en el origen o depósito.

**Para los destinos:**

$$J_{n=1} = J, \tag{5}$$

$$j_n = j, \tag{6}$$

$$t_{j_{n=1}} = T_j, \forall j \tag{7}$$

$$w_{j_n} = \frac{t_{j_n}}{E_j}, \forall n \tag{8}$$

$$a_{j_n} = \begin{cases} 1 & \text{para } w_{j_n} = 0 \\ 2 & \text{para } 0 < w_{j_n} \leq 1 \\ \text{hasta } b+1 & \text{para } b-1 < w_{j_n} < b \end{cases} \quad \forall n \quad (9)$$

$$d_{j_n} = E_j \times b - t_{j_n}, \quad \forall n \quad (10)$$

Por otra parte, las ecuaciones (5) y (6) señalan que en esta primera etapa, en un primer momento el conjunto de destinos a analizar es el total de destinos con que se cuenta. La ecuación (7) define que el inventario de mercancías de cada destino en esta etapa es igual al inventario inicial. La ecuación (8) calcula el tiempo de cobertura para esta etapa para cada destino de acuerdo al cociente entre el inventario de mercancías y consumo de mercancías promedio. La ecuación (9) por su parte muestra cómo se define el orden de prioridad en la atención de la demanda de cada destino de acuerdo a su nivel de cobertura calculado, hasta el nivel de cobertura meta definido como  $b$ . Por último, en la ecuación (10) se calcula la demanda para el transporte de mercancías de cada punto, de acuerdo a su consumo promedio y el nivel de cobertura meta planificado, descontando el nivel de inventario existente.

## Paso 2. Reducción de la dimensión de los destinos a partir de una heurística.

Se aplica un método heurístico de reducción de la dimensión de los destinos a partir del criterio que solo es necesario analizar aquellos destinos cuyo nivel de inventario no garantice el tiempo de cobertura meta planificado. En el Algoritmo 1, se presenta la heurística propuesta en pseudo-código.

---

### Algoritmo 1. Reducción de la dimensión de los destinos.

---

//Se realiza para cada destino  $j_n$

Consultar  $w_{j_n}$

Consultar  $b$

Si  $b > w_{j_n}$  Entonces

// Implica que el inventario del destino  $j$  no garantiza el nivel de cobertura planificado y debe ser contemplado en el análisis

$j_n \in J_n$

SiNo  $j_n \notin J_n, j_n = \phi$

//Implica que el inventario del destino  $j$  es igual o superior al nivel de cobertura planificado y por tanto sale del análisis.

FinSi

FinAlgoritmo

---

## Paso 3. Heurística de conformación y reducción del espacio vectorial de estado atendiendo a las prioridades de los destinos y su demanda.

La heurística propuesta trata de replicar la forma en que se programa el ruteo actualmente. Para acotar el espacio vectorial de búsqueda del estado en cada etapa se ordenan los destinos por el nivel de prioridad previamente establecido como primer criterio y el valor de su demanda como segundo. Se

define un subconjunto de la dimensión de los destinos de manera que se escogen los  $m$  primeros destinos si la cantidad de destinos con demanda de mercancías sin atender es mayor que  $m$ , siendo  $m$  igual al número de vehículos disponibles cuya ruta se quiere programar, o el número total de destinos si la cantidad de destinos con demanda de mercancías sin atender es menor o igual que  $m$ . Esto se realiza bajo el supuesto que un vehículo disponible para cargar mercancías solo puede ser asignado en una visita a un destino y a cada destino en cada visita solo se le debe asignar un vehículo.

Cada destino escogido se le denota como  $j_n^k$ ,  $j_n \in J_n^k / j_n = j_n^k$ ,  $k=(1,2,\dots, K)$  para los destinos escogidos por la heurística aplicada y  $j_n \notin J_n^k / j_n = \emptyset$  para los no escogidos. Luego se conforma un conjunto  $X_n$  que estaría conformado por las variables binarias  $x_{(i_n, j_n^k)}$ , resultado de las combinaciones posibles entre los vehículos  $i_n$  y los destinos escogidos  $J_n^k$ .

**Paso 4. Se determinan las dimensiones y se calculan las variables de contribución de la función de valor u objetivo.**

$$r_{(p_{i_n=1}, p_{j_n=1}^k)} = R_{(p_{i_n}, p_{j_n}^k)} \tag{11}$$

La ecuación (11) define que la distancia a recorrer por cada vehículo, como parte del modelo, depende de la posición física inicial del mismo y la posición física de los destinos que se contemplan en el análisis.

Para el cálculo de  $y_{(i_n, j_n^k)}$  se sigue el Algoritmo 2 representado en pseudo-código.

---

**Algoritmo 2. Determinar el volumen de mercancías a transportar.**

---

//Se realiza por cada combinación de vehículo  $i$  y destino  $j_n^k$

Si  $c_{i_n} > d_{j_n^k}$ :

Entonces  $y_{(i_n, j_n^k)} = d_{j_n^k}$  //Implica que la carga de mercancías en la etapa  $n$  del vehículo  $i$  es superior a la demanda del destino consultado por tanto solo se entrega el valor demandado.

SiNo  $y_{(i_n, j_n^k)} = c_{i_n}$  //Implica que la carga de mercancías en la etapa  $n$  del vehículo  $i$  es inferior o igual a la demanda del destino consultado por tanto se entrega toda la carga.

FinSi

FinAlgoritmo

---

**Paso 5. Resolución del subproblema en la Etapa 1.**

Se formula un submodelo de optimización de Programación binaria, a partir de las variables relevantes ya determinadas sus dimensiones y calculados sus valores. Se busca la asignación óptima de vehículos disponibles a destinos escogidos por orden de prioridad, tomando como criterio la maximización del indicador tráfico de carga.

$$FO. \quad \text{Max.} \sum_{i_n=1}^m \sum_{j_n^k=1}^{k=K} v_{(i_n, j_n^k)} \times x_{(i_n, j_n^k)} \tag{12}$$

$$\text{sujeto a: } \sum_{i_n=1}^m x_{(i_n, j_n)^k} = 1, \text{ solo se puede asignar un vehículo a un destino en la etapa } n \quad (13)$$

$$\sum_{j_n=1}^{k=K} x_{(i_n, j_n)^k} = 1, \text{ solo se puede asignar a un destino, un vehículo en la etapa } n \quad (14)$$

$$x_{(i_n, j_n)^k} \begin{cases} 0, & \text{si el vehículo } i \text{ no transporta mercancías al destino } j \text{ en la etapa } n \\ 1, & \text{si el vehículo } i \text{ sí transporta mercancías al destino } j \text{ en la etapa } n \end{cases}$$

La función objetivo, expresión (12), relaciona las variables binarias con la cantidad de la mercancía a descargar en un destino de manera directamente proporcional, e inversamente proporcional con la distancia a la que se encuentra del origen, lo que se traduce en que se busca maximizar el tráfico de carga que se genera con el ruteo. La ausencia de información relevante para aplicar criterios económicamente más fiables como los costos de transporte, tiene una alternativa en el uso del indicador tráfico de carga frente a no presentar ninguna.

### Paso 6. Algoritmo de transición entre Etapas.

El número de etapas está determinado por el número de destinos con un nivel de inventario por debajo del nivel de cobertura planificado en cada etapa representado por el conjunto  $J_n$ , de modo que el procedimiento acaba en la Etapa  $n$  tal que,  $J_n = \emptyset$ , o conjunto vacío, lo que representaría que todos los destinos presentan un nivel de cobertura de su inventario igual o por encima del planificado.

### Etapa ( $n=1+f / f = (1, 2, \dots, N-1)$ ).

Representa todas las etapas que van a continuación de la primera etapa, en orden cronológico y consecutivo, y donde los resultados de cada etapa precedente constituyen parámetros en el submodelo representado por la etapa posterior, cumpliéndose que:

### Paso 1. Se determinan las dimensiones y se calculan las variables de estado:

#### Para los vehículos:

Se calculan las ecuaciones (1) y (2) de acuerdo a la nueva etapa que se analiza.

Para el cálculo de  $c_{i_{n=1+f}}$  se sigue el Algoritmo 3 representado en pseudo-código. Este algoritmo implica que la carga de mercancías con que cuenta cada vehículo en esta etapa depende de la distribución planificada en la etapa anterior conforme a los resultados obtenidos.

---

### Algoritmo 3. Determinar el volumen de carga de cada vehículo en la Etapa (1+f).

---

//Se realiza por cada vehículo  $i$  y para cada destino  $j_n^k$  en la etapa anterior

Consultar  $x_{(i_{n=f}, j_{n=f})^k}$  //denota si al vehículo  $i$  le fue asignado o no transportar mercancías al destino  $j$  en la etapa anterior

Si  $x_{(i_{n=f}, j_{n=f})^k} = 1$ :

Entonces

Consultar  $y_{(i_{n=f}, j_{n=f})^k}$

Consultar  $c_{i_{n=f}}$

---

---

Si  $c_{i_{n=f}} > y_{(i_{n=f}, j_{n=f})^k}$  :

Entonces  $c_{i_{n=1+f}} = c_{i_{n=f}} - y_{(i_{n=f}, j_{n=f})^k}$  //Implica que en la etapa anterior el volumen de mercancías descargado por el vehículo  $i$  era menor que el transportado, por tanto mantiene la diferencia.

SiNo  $c_{i_{n=1+f}} = C_i$  //Implica que en la etapa anterior el vehículo  $i$  descargó toda su carga y por tanto vuelve al origen depósito a cargar.

FinSi

SiNo  $c_{i_{n=1+f}} = \text{Nulo}$

FinSi

FinAlgoritmo

---

$p_{i_{n=1+f}}$  : Para su determinación se utiliza el Algoritmo 4 mostrado en pseudo-código. Este algoritmo define que la posición física de cada vehículo en esta etapa depende de la distribución planificada en la etapa anterior conforme a los resultados obtenidos.

---

#### Algoritmo 4. Determinar la posición física de cada vehículo en la Etapa (1+f).

---

//Se realiza por cada vehículo  $i$  en esta etapa y para cada destino  $j_n^k$  en la etapa anterior

Consultar  $x_{(i_{n=f}, j_{n=f})^k}$  //denota si al vehículo  $i$  le fue asignado o no transportar mercancías al destino  $j$  en la etapa anterior

Si  $x_{(i_{n=f}, j_{n=f})^k} = 1$ :

Entonces  $p_{i_{n=1+f}} = p_{j_{n=f}}^k$  //Implica que el vehículo  $i$  se encuentra al inicio de la etapa actual en la posición del destino  $j$  que le fue asignado transportar mercancías en la etapa anterior

SiNo  $p_{i_{n=1+f}} = \text{Nulo}$

FinSi

FinAlgoritmo

---

#### Para los destinos:

$$J_{n=1+f} = J_{n=f}; \quad (15)$$

La ecuación (15) define que en un primer momento el conjunto de destinos analizados en la etapa actual es igual al conjunto de la etapa anterior.

Para el cálculo de  $t_{j_{n=1+f}}$  se sigue el Algoritmo 5 representado en pseudo-código. Este algoritmo contempla los resultados obtenidos de la distribución planificada en la etapa anterior para calcular el inventario de mercancías actualizado de cada destino dentro del análisis.

---

**Algoritmo 5. Determinar el nivel de inventario de los destinos en la Etapa (1+f).**

---

//Se realiza por cada destino j en esta etapa y para cada vehículo i en la etapa anterior

Si  $j_{n=f} = j_{n=f}^k$  :

Entonces//Implica que el destino j fue seleccionado por la heurística de reducción en la etapa anterior y por tanto se le asignó el transporte de mercancías

Si  $x_{(i_{n=f}, j_{n=f})} = 1$ :

Entonces  $t_{j_{n=1+f}} = t_{j_{n=f}} + y_{(i_{n=f}, j_{n=f})}$  //Implica que el inventario del destino j en la etapa actual es igual al inventario de la etapa anterior más el volumen de mercancías transportado por el vehículo i en la etapa anterior

SiNo  $t_{j_{n=1+f}} = \text{Nulo}$

FinSi

SiNo  $t_{j_{n=1+f}} = t_{j_{n=f}}$  // Implica que el destino j mantiene el nivel de inventario de la etapa previa

FinSi

FinAlgoritmo

---

Se calculan las ecuaciones (3), (4), (5) y (6).

**Paso 2. Reducción de la dimensión de los destinos a partir de una heurística (Ídem a la Etapa 1).**

**Paso 3. Heurística de conformación y reducción del espacio vectorial de estados atendiendo a las prioridades de los destinos y su demanda (Ídem a la Etapa 1).**

**Paso 4. Se determinan las dimensiones y se calculan las variables de contribución de la función de valor u objetivo.**

Para el cálculo de  $y_{(i_{n=1+f}, j_{n=1+f})}^k$  se sigue el Algoritmo 2 representado en pseudo-código en la Etapa 1.

Para el cálculo de  $r_{(p_{i_{n=1+f}}, p_{j_{n=1+f}})}^k$  se sigue el Algoritmo 6 representado en pseudo-código. Con este algoritmo se obtiene la distancia a recorrer por cada vehículo en esta etapa, dependiendo de la distribución planificada en la etapa anterior conforme a los resultados obtenidos y, por tanto, de la posición física inicial y final de cada vehículo en esta etapa.



---

**Algoritmo 6. Determinar la distancia a recorrer por cada vehículo en la Etapa (1+f).**

---

//Se realiza por cada vehículo  $i$  y para cada destino  $j_n^k$  en la etapa anterior

Consultar  $x_{(i_{n=f}, j_{n=f}^k)}$  //denota si al vehículo  $i$  le fue asignado o no transportar mercancías al destino  $j$  en la etapa anterior

Si  $x_{(i_{n=f}, j_{n=f}^k)}=1$ :

Entonces

Si  $c_{i_{n=f}} > y_{(i_{n=f}, j_{n=f}^k)}$  :

Entonces  $r_{(p_{i_{n=1+f}}, p_{j_{n=1+f}^k})} = R_{(p_{i_{n=1+f}}, p_{j_{n=1+f}^k})}$  //Implica que en la etapa anterior el volumen de mercancías descargado por el vehículo  $i$  era menor que el transportado, por tanto no tiene que volver al origen a cargar.

SiNo  $r_{(p_{i_{n=1+f}}, p_{j_{n=1+f}^k})} = R_{(p_{i_{n=1+f}}, 0)} + R_{(0, p_{j_{n=1+f}^k})}$  //Implica que en la etapa anterior el vehículo  $i$  descargó toda su carga y por tanto vuelve al origen a cargar, recorriendo esa distancia antes de visitar el próximo destino.

FinSi

SiNo  $r_{(p_{i_{n=1+f}}, p_{j_{n=1+f}^k})} = \text{Nulo}$

FinSi

FinAlgoritmo

---

**Paso 5. Resolución del subproblema en la Etapa (Ídem a la Etapa 1).****Paso 6. Algoritmo de transición entre Etapas (Ídem a la Etapa 1).****4. Aplicación del modelo en un caso de estudio.**

El modelo propuesto ha sido evaluado con datos relativos a un caso de estudio a partir de una situación real en la planificación de distribución en la empresa del problema que suscita la investigación. Asimismo, se realiza una evaluación de los resultados obtenidos por el modelo que se propone a partir de los datos asociados al caso de estudio y se compara con los resultados obtenidos por la planificación empírica real realizada.

**4.1. Implementación y resolución.**

Los modelos propuestos han sido implementados con el lenguaje de programación Python, en su versión 3.7.3, que es un lenguaje de alto nivel adecuado para el código científico y de ingeniería que a menudo es lo suficientemente rápido como para ser inmediatamente útil, pero también lo suficientemente flexible como para ser acelerado con extensiones adicionales (Oliphant, 2007). Se utilizó el módulo Pyomo, versión 5.6.8, que es una extensión que proporciona una capacidad dentro de Python comúnmente asociada con lenguajes de modelado algebraico como AMPL y GAMS (Hart, 2009). En

conjunto con Pyomo se usó el solver de optimización CBC. Se empleó una PC Core i3-4130 CPU @3.40 GHz, 3400 Mhz, con 4 GB de Memoria RAM en un tiempo relativamente corto.

Conforme al problema definido, el modelo ha sido ejecutado para un periodo de planificación de 1 día, con 13 vehículos aptos para el transporte y 70 puntos de ventas o destinos. La Tabla 2, recogida en el Anexo I, muestra los datos básicos asociados a los vehículos, la marca y la capacidad total en unidades. Por otro lado, la Tabla 3 (Anexo II) recoge los datos de los puntos de venta que constituyen los destinos, su inventario inicial consumo promedio y nivel de cobertura planificado.

#### 4.2. Comparación de resultados.

Los resultados más relevantes de la resolución del modelo y su comparación con los resultados reales de la programación operativa realizada por la empresa para esta situación puntual se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1. Comparación entre resultados reales y los obtenidos con el modelo matemático.**

Indicador	Real	Modelo
Cantidad de destinos con menos de 3 días de cobertura al inicio del día (unidad)	14	14
Cantidad de destinos con menos de 3 días de cobertura en sus inventarios al final del día (unidad)	5	0
Carga transportada (toneladas)	85,65	85,00
Distancia recorrida por los vehículos (kilómetros)	450,80	274,20
Tráfico de carga (t/km)	0,19	0,31

Fuente: Elaboración propia.

El modelo matemático de ruteo vehicular y manejo de inventario diseñado resulta viable para la entidad objeto de investigación y ha permitido diseñar una programación ruteo para un caso de estudio específico basado en la realidad de la gestión operativa de la misma. Este modelo responde en su diseño a un método heurístico de descomposición, que se combina con otros dos métodos heurísticos de reducción. Este tipo de métodos algunos autores los denominan como algoritmos a la medida, no siendo aprovechables para un problema diferente al que fue diseñado (Piqueras & Folgado, 2002). Con este modelo se construye un óptimo local del problema en cada etapa en la que se subdivide a partir del uso de la programación lineal binaria. Sin embargo, la solución encontrada no garantiza el óptimo global, pues no sigue el principio de optimalidad típico de la programación dinámica que plantea que una política óptima para las etapas restantes es independiente de la política adoptada en etapas anteriores (Delgado et al., 2015). No obstante, la técnica empleada evita explorar todas las secuencias posibles por medio de la resolución de subproblemas y almacenamiento en una tabla de las soluciones óptimas de esos subproblemas para facilitar la solución del problema más grande. Se justifica este proceder basado en el costo en tiempo y otros recursos computacionales que implicaría desarrollar un procedimiento para hallar una solución óptima que, por otra parte, dado el caso al que nos referimos, no representará un beneficio importante con respecto a otra que sea simplemente satisfactoria.

La utilización del modelo formulado como procedimiento operativo para el ruteo vehicular en la distribución de materias primas en la empresa tiene el potencial de contribuir a una utilización más racional de los vehículos disponible. En el caso de estudio se logra completar la cobertura planificada

del inventario con respecto a la demanda de todos los destinos, en contraposición en la gestión real quedaron por debajo del nivel de cobertura 5 destinos. Así mismo, el valor del indicador tráfico de carga total, para el caso del ruteo obtenido como parte del modelo, es de 0,31 toneladas por kilómetro recorrido, superior al valor de 0,19 que se obtuvo con la planificación real. Todo esto amparado en un potencial ahorro de kilómetros recorridos por los vehículos de 176,6 con un aumento en el volumen de carga transportada de 0,65 toneladas. Aun cuando hay que tomar con cautela una comparación que no cuenta con un tamaño de muestra que garantice fiabilidad, y basada en un caso hipotético, representa una posibilidad de mejora latente.

## 5. Conclusiones.

En este trabajo se plantea un problema de ruteo vehicular asociado al manejo de inventario, o Inventory Routing Problem (IRP) en un caso particular dado en una entidad comercializadora de gas licuado de la región oriental de Cuba. La particularidad del problema planteado, y no recogido anteriormente en la literatura revisada, se debe a la utilización como objetivo a resolver en el problema formulado del indicador tráfico de carga.

La contribución de esta investigación es la formulación de dicho problema, así como una propuesta de solución mediante un modelo matemático heurístico integrado. El modelo junto al procedimiento que se sigue para su resolución, responde a las características del proceso de distribución física en la entidad objeto de investigación. Éste fue evaluado en un caso de estudio basado en una situación problemática real y puntual de la empresa, proporcionando una programación de ruteo vehicular con un resultado satisfactorio en comparación con los resultados del modo de proceder actual.

En cuanto a las líneas futuras de actuación, a corto plazo la empresa debe estudiar la viabilidad de introducir el procedimiento como parte de la planificación operativa de la distribución de mercancías. Sería interesante el estudio de la aplicación del modelo y procedimiento propuesto bajo la óptica de un Sistema de apoyo a la toma de decisiones, o Decision Support Systems (DSS); aprovechando la estrecha relación existente y en incremento entre los modelos matemáticos, la gestión empresarial y las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC's).

## Referencias

- Andersson, H., Hoff, A., Christiansen, M., Hasle, G., & Løkketangen, A. (2010). Industrial aspects and literature survey: Combined inventory management and routing. *Computers & Operations Research*, 37(9), 1515-1536.
- Archetti, C., Coelho, L.C., & Speranza, M.G. (2019). An exact algorithm for the inventory routing problem with logistic ratio. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 131, 96-107.
- Archetti, C., Desaulniers, G., & Speranza, M.G. (2017). Minimizing the logistic ratio in the inventory routing problem. *EURO Journal on Transportation and Logistics*, 6(4), 289-306.
- Braekers, K., Ramaekers, K., & Van Nieuwenhuyse, I. (2016). The vehicle routing problem: State of the art classification and review. *Computers & Industrial Engineering*, 99, 300-313.
- Campbell, A., Clarke, L., Kleywegt, A., & Savelsbergh, M. (1998). The inventory routing problem. In *Fleet management and logistics* (pp. 95-113). Boston, MA: Springer.
- Campbell, A.M., & Savelsbergh, M.W. (2004). A decomposition approach for the inventory-routing problem. *Transportation science*, 38(4), 488-502.

- Cattaruzza, D., Absi, N., Feillet, D., & González-Feliu, J. (2017). Vehicle routing problems for city logistics. *EURO Journal on Transportation and Logistics*, 6(1), 51-79.
- Coelho, L.C., Cordeau, J.F., & Laporte, G. (2014). Thirty years of inventory routing. *Transportation Science*, 48(1), 1-19.
- Delgado, J.A.C., Avalos, L.C.M., Delgado, E.R., & Puycán, L.A.L. (2015). Optimización de programas matemáticos con programación dinámica. *Ciencia & Desarrollo*, 19, 77-83.
- Eksioglu, B., Vural, A.V., & Reisman, A. (2009). The vehicle routing problem: A taxonomic review. *Computers & Industrial Engineering*, 57(4), 1472-1483.
- Hart, W.E. (2009). Python optimization modeling objects (Pyomo). In *Operations Research and Cyber-Infrastructure* (pp. 3-19). Boston, MA: Springer.
- Lao, Y.O., Vega, L.O., Marrero, F., & Pérez, M.C. (2017). Procedimiento para modelar recursos restrictivos en el sistema logístico de empresas comercializadoras. *Ingeniería Industrial*, 38(1), 43-55.
- Li, K., Chen, B., Sivakumar, A.I., & Wu, Y. (2014). An inventory-routing problem with the objective of travel time minimization. *European Journal of Operational Research*, 236(3), 936-945.
- Oliphant, T.E. (2007). Python for scientific computing. *Computing in Science & Engineering*, 9(3), 10-20.
- ONEI (2019). *Anuario Estadístico de Cuba 2018*. La Habana, Cuba, Edición 2019.
- Palhares, R.A., & Araújo, M.C.B. (2018, December). Vehicle Routing: Application of Travelling Salesman Problem in a Dairy. In *2018 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)* (pp. 1421-1425). IEEE.
- Pecin, D., Contardo, C., Desaulniers, G., & Uchoa, E. (2017). New enhancements for the exact solution of the vehicle routing problem with time windows. *INFORMS Journal on Computing*, 29(3), 489-502.
- Piqueras, V.Y., & Folgado, J.R.M. (2002). *Optimización heurística económica aplicada a las redes de transporte del tipo VRPTW*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Rahim, M.K.I.A., Iteng, R., & Ahmad, M.A. (2017). A Deterministic Inventory Routing Model for the Single-period Problems with Finite Time Horizon. *International Journal of Supply Chain Management*, 6(2), 196-201.
- Ritzinger, U., Puchinger, J., & Hartl, R.F. (2016). A survey on dynamic and stochastic vehicle routing problems. *International Journal of Production Research*, 54(1), 215-231.
- Soysal, M., Bloemhof-Ruwaard, J.M., Haijema, R., & Van der Vorst, J.G. (2018). Modeling a green inventory routing problem for perishable products with horizontal collaboration. *Computers & Operations Research*, 89, 168-182.
- Uchoa, E., Pecin, D., Pessoa, A., Poggi, M., Vidal, T., & Subramanian, A. (2017). New benchmark instances for the capacitated vehicle routing problem. *European Journal of Operational Research*, 257(3), 845-858.

## ANEXO I. Datos sobre los vehículos.

**Tabla 2. Parámetros para la solución del modelo respecto a los vehículos.**

Id(i)	Marca	Capacidad en unidades (Ci)
1	INTERNACIONAL	460
2	INTERNACIONAL	460
3	SINOTRUK	364
4	SINOTRUK	364
5	Hyundai	342
6	KAMAZ	310
7	Hyundai	342
8	Hyundai	342
9	Hyundai	342
10	Hyundai	342
11	Hyundai	342
12	INTERNACIONAL	460
13	INTERNACIONAL	460

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO II. Datos sobre los Puntos de ventas o destinos.

**Tabla 3. Parámetros para la solución del modelo respecto a los destinos.**

Id (j)	Inventario inicial en unidades (Tj)	Consumo promedio en unidades por día (Ej)	Nivel de cobertura meta en días (b)
1	135	29	3
2	129	20	3
3	146	21	3
4	83	42	3
5	130	28	3
6	109	39	3
7	146	46	3
8	131	28	3
9	127	34	3
10	122	35	3
11	38	64	3
12	178	82	3
13	84	100	3
14	157	50	3
15	250	68	3
16	0	94	3
17	199	75	3

18	229	75	3
19	204	63	3
20	199	84	3
21	183	75	3
22	181	58	3
23	114	55	3
24	98	30	3
25	188	43	3
26	181	84	3
27	130	75	3
28	0	37	3
29	57	46	3
30	198	64	3
31	56	61	3
32	195	73	3
33	0	72	3
34	181	73	3
35	107	61	3
36	139	45	3
37	156	43	3
38	123	78	3
39	128	27	3
40	65	72	3
41	151	46	3
42	52	83	3
43	89	60	3
44	83	76	3
45	114	41	3
46	157	20	3
47	99	26	3
48	93	22	3
49	85	24	3
50	82	35	3
51	111	35	3
52	67	37	3
53	99	27	3
54	90	71	3
55	53	63	3
56	4	105	3
57	4	60	3
58	212	105	3
59	70	47	3
60	94	59	3
61	48	56	3
62	103	32	3
63	82	54	3

64	154	48	3
65	81	55	3
66	146	38	3
67	13	115	3
68	14	4	3
69	9	3	3
70	5	31	3

Fuente: Elaboración propia.



## Analysis of productivity in the Health Care Centers of the Community of Madrid (Spain) 2015-2017

DE JORGE-MORENO, JUSTO

Dpto. Economía y Dirección de Empresas. Universidad de Alcalá (Madrid)

Correo electrónico: justo.dejorge@uah.es

GONZÁLEZ SANTOS, ARANCHA

Dpto. Economía y Dirección de Empresas. Universidad de Alcalá (Madrid)

Correo electrónico: arancha.gonzalez@uah.es

VEGAS MELERO, JOSÉ JESÚS

Dpto. Economía y Dirección de Empresas. Universidad de Alcalá (Madrid)

Correo electrónico: jose.vegas@uah.es

CEPEDA OLMEDO, MARTÍN

Dpto. Economía y Dirección de Empresas. Universidad de Alcalá (Madrid)

Correo electrónico: martin.cepeda@uah.es

### ABSTRACT

The main objective of this work has focused on extending the existing literature on the analysis of total factor productivity of the Health Care Centers (HCC) of the Community of Madrid (Spain) in the period 2015-2017, with two important contributions; the application and comparison of the Malmquist indices with two robust methodologies such as the Hicks-Moorsteen and Färe Primont indices which, except for error, have not been previously used in this sector and the regional scope, which has been scarcely analyzed. The main results reveal decreases in HC productivity due to the three proposed methodologies. These decreases range between 4.90% and 0.25% for the Färe-Primont and Hicks-Moorsteen indices respectively between 2015/17 in average terms. Convergence analyses confirm that this takes place in the case of the Malmquist and Hicks-Moorsteen proposals.

**Keywords:** productivity, Hicks-Moorsteen Index, Färe-Primont Index, Health Centers.

**JEL classification:** H51; L23; C61.

**MSC2010:** 90B30; 90B50.



# Análisis de la productividad en los Centros Sanitarios de la Comunidad de Madrid (España) 2015-2017

## RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo se ha enfocado en extender la literatura existente sobre el análisis de la productividad total de los factores, de los Centros Sanitarios de la Comunidad de Madrid en el periodo 2015-2017, con dos importantes contribuciones, la aplicación y comparación de los índices de Malmquist con dos metodologías robustas, los índices de Hicks-Moorsteen y Färe Primont que salvo error no han sido previamente utilizadas en este sector y el ámbito regional, que ha sido escasamente analizado. Los principales resultados revelan disminuciones de la productividad de los CS por las tres metodologías propuestas. Estas disminuciones oscilan entre 4.90% y 0.25% para los índices de Färe-Primont y de Hicks-Moorsteen respectivamente entre 2015/17 en términos medios. Los análisis de convergencia confirman que esta tiene lugar en el caso de las propuestas de Malmquist y Hicks-Moorsteen.

**Palabras clave:** productividad, índice de Hicks-Moorsteen, índice de Färe-Primont, centros de salud.

**Clasificación JEL:** H51; L23; C61.

**MSC2010:** 90B30; 90B50.



## **1. Introduction.**

Spain's healthcare system ranks third in the world, between 200 countries behind Hong Kong and Singapore in terms of efficiency (Vieira, 2018). To hold this position suggests that the Spanish Health System (hereinafter SHS), in particular, manages its resources under criteria of maximizing the quantity and quality of health (Romano & Choi, 2016).

The competitive situation of the SHS is a challenge, considering the economic crisis and consequent budget cuts and political decisions on welfare (Mateos & Penedés, 2013). As mentioned, Segura (2014) the restrictive measures carried out in terms of welfare and health policies, could have had negative consequences on public health management. In this sense, the media have reflected the current state of the SHS. For example, Flores (2019) addresses the lack of investment in technological renewal and innovation and its erosion in the SHS. It is surprising that, on the one hand, Spain is among the most efficient countries and, at the same time, ranks 18th out of the 35 OECD countries in terms of public health expenditure. In addition, Spain allocates 6.3% of GDP, far from 7.6%, 9.5% and 9.6% from United Kingdom, France, and Germany respectively.

Regarding the Health Care Centers (hereinafter HCC) within SHS, as mentioned García-Latorre et al. (1996) these resemble multi-product organizations where the objective to be fulfilled is the maximization of social efficiency, bearing in mind the criterion of "equity". The analysis of efficiency and productivity in the SHS has received significant attention, as evidenced by the proliferation of studies in recent years. Authors such as Pelone et al. (2015), Barnum et al. (2016) or Vafae et al. (2018), conduct interesting reviews of international literature on the presence of non-parametric DEA methodologies in the health sector. Likewise, these authors collect the use of output and input variables, as well as the units of analysis used. In relation to the HCC, they have been studied at a national level, among others by García-Latorre et al. (1996) in Aragón (Zaragoza), Puig-Junoy (2000) in Aragón (Zaragoza), Huesca, Navarra and Cataluña, Cordero-Ferrera et al. (2011) in Extremadura, Cordero-Ferrera et al. (2016) in País Vasco, and Romano and Choi (2016) in Cataluña (Barcelona).

In this context, this work focuses its spatial scope on the Community of Madrid, using the HCCs as analysis, in the period 2015-2017. The main objective is to extend the existing literature on the analysis of total factor productivity (hereinafter TFP) with two important contributions: 1) The application and comparison of the Malmquist index (hereinafter MALM), with two robust methodologies using the TFP index, Hicks-Moorsteen (hereinafter HMTFPC) & Färe Primont (FPTFPC), which except for errors have not been previously used in this sector; 2) The regional level, which has been scarcely analyzed. In addition, measures of quality of care are incorporated into the analysis.

The work is organized in the following way. In Section 2, the data and methodology are presented. Section 3 shows the results. The fourth section presents the main conclusions.

## **2. Data and methodologies.**

### **2.1. Data.**

The outputs and inputs have been obtained from the Observatory of the Madrid Health Service (<http://observatorioresultados.sanidadmadrid.org/AtencionPrimariaLista.aspx>) and supported by literature (see Cordero et al., 2016). Specifically, the outputs include overall customer satisfaction, morbidity, and avoidable hospitalization as a percentage. These two variables have been calculated as a distribution proportional to each HCC, since the values were assigned to the hospitals belonging to them. The inputs in physical or economic units are the health personnel and the overall pharmaceutical expenditure per user. Table 1 shows the descriptive statistics.

**Table 1. Descriptive statistics.**

Variable	2015-2017	
	Mean	SD
Customer satisfaction (%)	0.9029	0.0471
Morbidity (%)	0.7317	0.0004
Avoidable hospitalization (%)	0.0107	0.0078
Health personnel (N. of professionals)	32.689	12.279
Pharmaceutical expenditure per user euros)	11.308	0.6610

Source: Prepared by the authors based on the Observatory of the Health Service of Madrid.

## 2.2. Methodologies.

As mention Martinez-Cillero and Thorne (2019), the MALM was initially proposed in the influential article by Caves, Christensen and Diewert (1982), and several authors have provided decompositions of TFP based on this index (Färe et al., 1994; Balk, 2001; Lovell, 2003). Although MALM is widely applied, it faces two important limitations. First, the MALM is not multiplicatively complete since it cannot be expressed as a relationship between a MALM output quantity index and a MALM (O'Donnell, 2008). Because of this, O'Donnell (2008) suggests that it cannot be satisfactorily broken down into significant technical changes, efficiency changes or scale efficiency change components. Second, the MALM does not satisfy transitivity (O'Donnell, 2011). In this sense, authors such as Russell (2018) mention that when comparing the MALM and HMTFPC (or FPTFPC) indexes, the former is a measure of technological change (change in the production frontier) while the latter is a (broader) measure of change in TFP (incorporating the effects of movement along the frontier as well as change in the same) (Grifell-Tatjé & Lovell, 1995).

In this paper, in line with O'Donnell (2011) to avoid any restrictive and empirically proven assumptions about the technology, the MALM, HMTFPC and FPTFPC indexes are estimated using VRS LPs that allow both technical progress and regression. According to this author, the mathematical approach of these three indexes is the one included in Table 2, where  $q$ ,  $x$ ,  $t$ ,  $s$  are the quantities of output, input, and time references respectively (for further details see O'Donnell, 2011).

**Table 2. Productivity index for multilateral and multi-temporal comparisons.**

	Malmquist	Hicks-Moorsteen	Färe-Primont
Output aggregator function	$Q(q) = D_o(x_{it}, q, t)$ [Eq 1.1]	$Q(q) = [D_o(x_{hs}, q, s) D_o(x_{it}, q, t)]^{1/2}$ [Eq 1.2]	$Q(q) = D_o(x_o, q, t_o)$ [Eq 1.3]
Input aggregator function	$X(x) = D_i(x, q_{it}, t)$ [Eq 2.1]	$X(x) = [D_i(x, q_{hs}, s) D_i(x, q_{it}, t)]^{1/2}$ [Eq 2.2]	$X(x) = D_i(x, q_o, t_o)$ [Eq 2.3]
Productivity Index	$MFP_{hs, it} = \frac{D_o(x_{it}, q_{it}, t) D_i(x_{hs}, q_{it}, t)}{D_o(x_{it}, q_{hs}, t) D_i(x_{it}, q_{it}, t)}$ [Eq 3.1]	$MFP_{hs, it} = \left[ \frac{D_o(x_{hs}, q_{it}, s) D_o(x_{it}, q_{it}, t)}{D_o(x_{hs}, q_{hs}, s) D_o(x_{it}, q_{hs}, t)} \frac{D_i(x_{hs}, q_{hs}, s) D_i(x_{hs}, q_{it}, t)}{D_i(x_{it}, q_{hs}, s) D_i(x_{it}, q_{it}, t)} \right]^{1/2}$ [Eq 3.2]	$MFP_{hs, it} = \frac{D_o(x_o, q_{it}, t_o) D_i(x_{hs}, q_o, t_o)}{D_o(x_o, q_{hs}, t_o) D_i(x_{it}, q_o, t_o)}$ [Eq 3.3]

Source: O'Donnell (2011).

### 2.3. Comparison of productivity distributions and Convergence.

Comparison of productivity index distributions will be performed using the Kolmogorov-Smirnov test (KS) (and the graphical function of distributions) and kernel density functions. Finally, a classical convergence regression analysis will be applied, together with a dynamic convergence analysis by means of stochastic kernels.

As suggested by Delgado and Fariñas (2002), the application of the KS test allows us to test the stochastic dominance among the empirical distributions of the HC groups being compared.  $F$  and  $G$  denote the cumulative distribution functions associated with the normalized efficiency corresponding to two groups of HCC to be compared. The stochastic domination of  $G$  over  $F$  implies that  $F(x) \geq G(x) \forall x \in \mathfrak{R}$  with strict inequality for some  $x$ . The KS test is appropriate in this case, as it does not require a specific distribution family. The KS test of stochastic domination of  $G$  over  $F$  can be formulated as:

$$H_0: F(x) - G(x) \geq 0 \forall x \in \mathfrak{R} < \text{versus} \quad (4)$$

$$H_1: F(x) - G(x) < 0 \forall x \in \mathfrak{R}$$

To obtain more complete results, the convergence processes will be analyzed in two different ways, for HCC. Firstly, the proposal of the classic of  $\beta$ -convergence Barro and Sala-i-Marti (1992) will be used. This approach is based on analyzing the trend of HCC with relatively low initial levels of TFP to grow relatively faster than the remaining HCC.

The regression proposed in equation 5 (HMTFPC, MALM, FPTFPC), allows to determine the mentioned process, observing the negative sign and the statistical significance of the parameter  $\beta$ .

$$Ln \sum_{t=1}^{T-1} \left( \frac{1}{T-1} \right) \left( \frac{HMTFPC_i^{t+1}}{HMTFPC_i^t} \right) = \alpha + \beta LnHMTFPC_i^t + \varepsilon_i \quad (5)$$

where  $HMTFPC_i^t$  (or MALM, FPTFPC) &  $HMTFPC_i^{t+1}$  is the productivity index in 2015/16 and 2015/17 respectively.  $\beta$  is the parameter to estimate to measure the convergence process.

The classical convergence analysis proposed above is sufficiently informative. However, some authors such as Quah (1997) mention some drawbacks in using this type of methodology due to the lack of information about the internal dynamics of the distribution, since it only picks up some moments of it. In this sense, the use of kernel density functions is usually the most common, to visualize the external form of the distribution. Since efficiency distributions are not normal, the application of these functions makes it possible to avoid important features that might arise. The non-parametric approach, which will be shown below, requires choosing a method to smooth the data. The chosen method is usually kernel smoothing (Scott, 1992).

To capture intradistributional changes or movements, transition matrices could be applied. However, this methodology implies that the results depend on the number and amplitude of the intervals considered. For this reason, authors such as Quah (1997), Stokey and Lucas (1989), prefer to analyze the dynamics within the distribution by means of a continuous approximation based on the use of stochastic kernels, which are nothing more than the equivalent of a transition matrix with a number of intervals that tends to infinity. It is therefore a graphic way of observing the changes, which will also be presented in Section 3.

### 3. Results.

This section shows the results obtained by applying the three techniques included in the methodologies section. Initially, the average and median values of the output and input variations are presented, as well as the productivity indexes and their components, as reflected in Table 3. Subsequently, comparative analyses of the distributions of the productivity indexes are performed. Finally, the convergence analysis is carried out.

**Table 3. Results of the Malmquist, Hicks-Moorsteen & Färe-Primont indexes.**

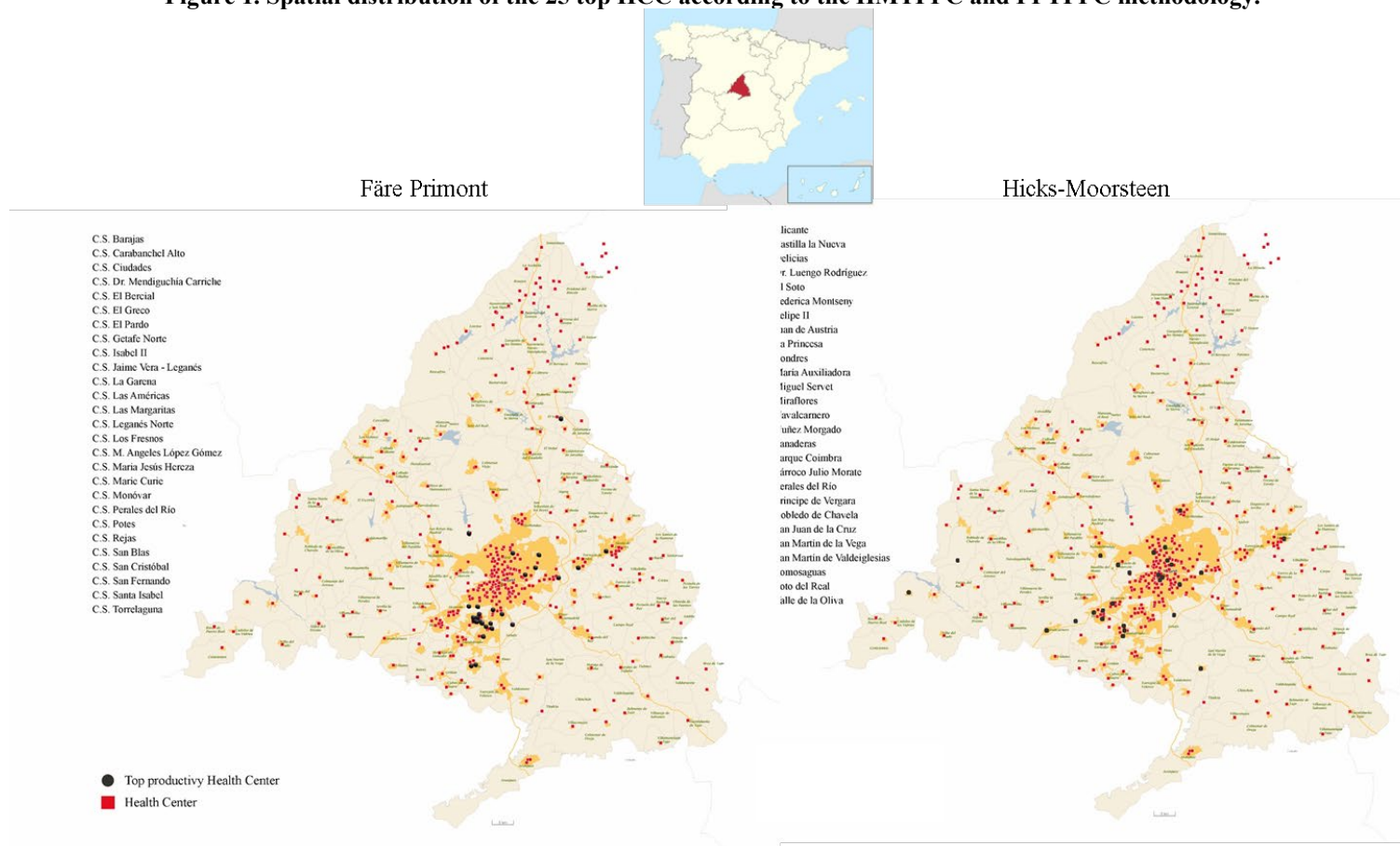
Component	Period	Malmquist			Hicks-Moorsteen			Färe-Primont		
		Median	Mean	SD	Median	Mean	SD	Median	Mean	SD
Output change	2015/2016	1.0000	0.9989	0.0068	1.0003	1.0025	0.0143	0.9961	0.9944	0.0077
	2015/2017	1.0000	0.9998	0.0055	1.0005	1.0000	0.0223	0.9961	0.9944	0.0074
Input change	2015/2016	1.0000	1.0000	0.0010	1.0103	1.0102	0.0131	1.0484	1.0430	0.0603
	2015/2017	1.0000	1.0000	0.0004	1.0025	1.0026	0.0118	1.0507	1.0457	0.0610
MALM/HMTFPC/FP	2015/2016	0.9908	0.9918	0.0172	0.9903	0.9924	0.0197	0.9497	0.9534	0.0568
	2015/2017	1.0003	1.0000	0.0226	1.0001	0.9974	0.0252	0.9459	0.9510	0.0573
Techn. change	2015/2016	0.9782	0.9772	0.0099	0.9785	0.9787	0.0113	0.9869	0.9869	0.0000
	2015/2017	1.0064	1.0057	0.0080	1.0075	1.0038	0.0130	0.9902	0.9902	0.0000
Efficiency change	2015/2016	1.0138	1.0149	0.0206	1.0103	1.0140	0.0256	0.9624	0.9661	0.0576
	2015/2017	0.9943	0.9943	0.0239	0.9957	0.9937	0.0279	0.9552	0.9604	0.0579

Source: Own elaboration.

Rows 1 and 2 show the output variations, while rows 3 and 4 show the input variations. Rows 5 and 6 show the values of the MALM, HMTFPC and FPTFPC index. In general, the values of the productivity index show levels lower than 1, for the two subperiods. In the case of MALM and HMTFPC there is a timid growth in the case of the median. These results take place, before generally positive variations of the inputs (rows 3 and 4) for HMTFPC and FPTFPC and increases in the outputs (rows 1 and 2) for HMTFPC and decreases for FPTFPC. Productivity decreases are a consequence of both TECHCH and EFFCH, as shown in rows 7 to 10. The FPTFPC methodology shows the greatest deterioration in productivity.

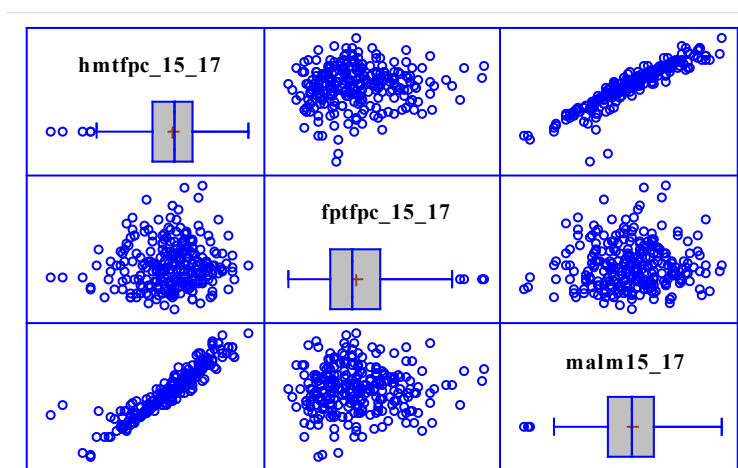
Figure 1 shows the spatial distribution of the ranking of the 25 top HCC (black dots) analyzed according to FPTFPC and HMTFPC parts left and right respectively. There are no coincidences in the hierarchical order of the productivity levels of the two methodologies. Figure 2 and Table 3 show the correlation between the MALM and HMTFPC indexes and the difference with the FPTFPC index for 2015/2017 (in the case of 2015/16 the patterns are similar).

Figure 1. Spatial distribution of the 25 top HCC according to the HMTFPC and FPTFPC methodology.



Source: <http://centrossanitarios.sanidadmadrid.org/>, Wikipedia and own elaboration.

**Figure 2. Dispersion diagrams of productivity index.**



Source: Own elaboration.

Table 3 shows the high and significant correlation between the HMTFPC and MALM indexes and the no correlation between these and FPTFPC.

**Table 3. Correlations between productivity index.**

	hmtfpc 15 17	fptfpc 15 17	malm15 17
hmtfpc_15_17		0.0673 (262)	0.9274 (262)
fptfpc_15_17	0.0673 (262)	0.2780	0.0000 (262)
malm15_17	0.2780 (262)	0.0356 (262)	0.5663
	0.9274 (262)	0.0000 (262)	0.5663

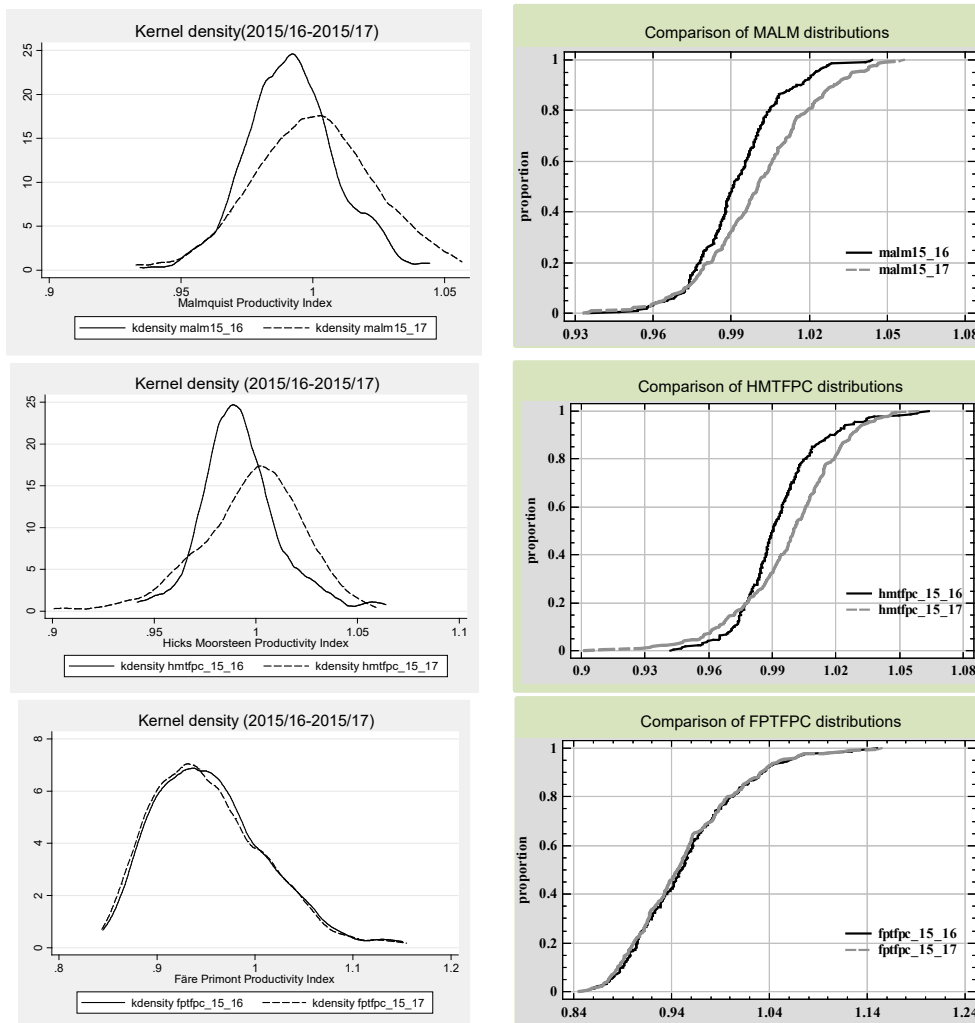
Correlation  
(Sample size)  
PValue

Source: Own elaboration.

### 3.1. Comparison of Distributions, Kernel Density Functions and Convergence.

Figure 3 shows the kernel density distributions in the left column and the comparison and dominance analyses in the right column. The results shown through the kernel distributions indicate that productivity of HMTFPC and MALM of the subperiod 2015/17 is shifted ahead of the subperiod 2015/16, denoting convergence. In the case of FPTFPC, no changes occur. Likewise, the 2015/17 productivity distribution dominates the 2015/16 productivity distribution in HMTFPC and MALM as shown in the graphs in the right-hand column of Figure 3. In the case of FPTFPC distributions, there is no dominance.

**Figure 3. Kernel distributions and statistical dominance.**



Source: Own elaboration.

Table 4 shows the tests and statistical significance.

**Table 4. Kolmogorov-Smirnov statistical dominance test.**

2015/16 vs 2015/17	KS test	Pvalue
Malmquist	0.2405	0.0000
Hicks-Moorsteen	0.2328	0.0000
Färe-Primont	0.0458	0.9340

Source: Own elaboration

We begin with  $\beta$  convergence. The idea is to determine if the trend of the HC with lower productivity levels, grow faster than the others, as already commented. The results of Table 5 show that coefficients -0.2638 and -0.2611 are significant at 1% for MALM and HMTFPC respectively, indicating that the least productive HC of each group in the initial subperiod, in general, have obtained productivity growths than most of the HC in that subperiod.



**Table 5. Regression analysis of productivity index to the initial 2015/16.**

	cons	$\beta$ -coefficient		Adj R <sup>2</sup>
		bootstrap	Std. Err.	
LnMALM	-0.0022 (0.0016)	-0.2638** (0.0838)		0.0372
LnHMTFPC	-0.0045 (0.0017)	-0.2611** (0.0791)		0.0409
LnFPTFPC	-0.0031 (0.0009)	0.0988 (0.0130)		0.9570

\*\* significant at the 1% level

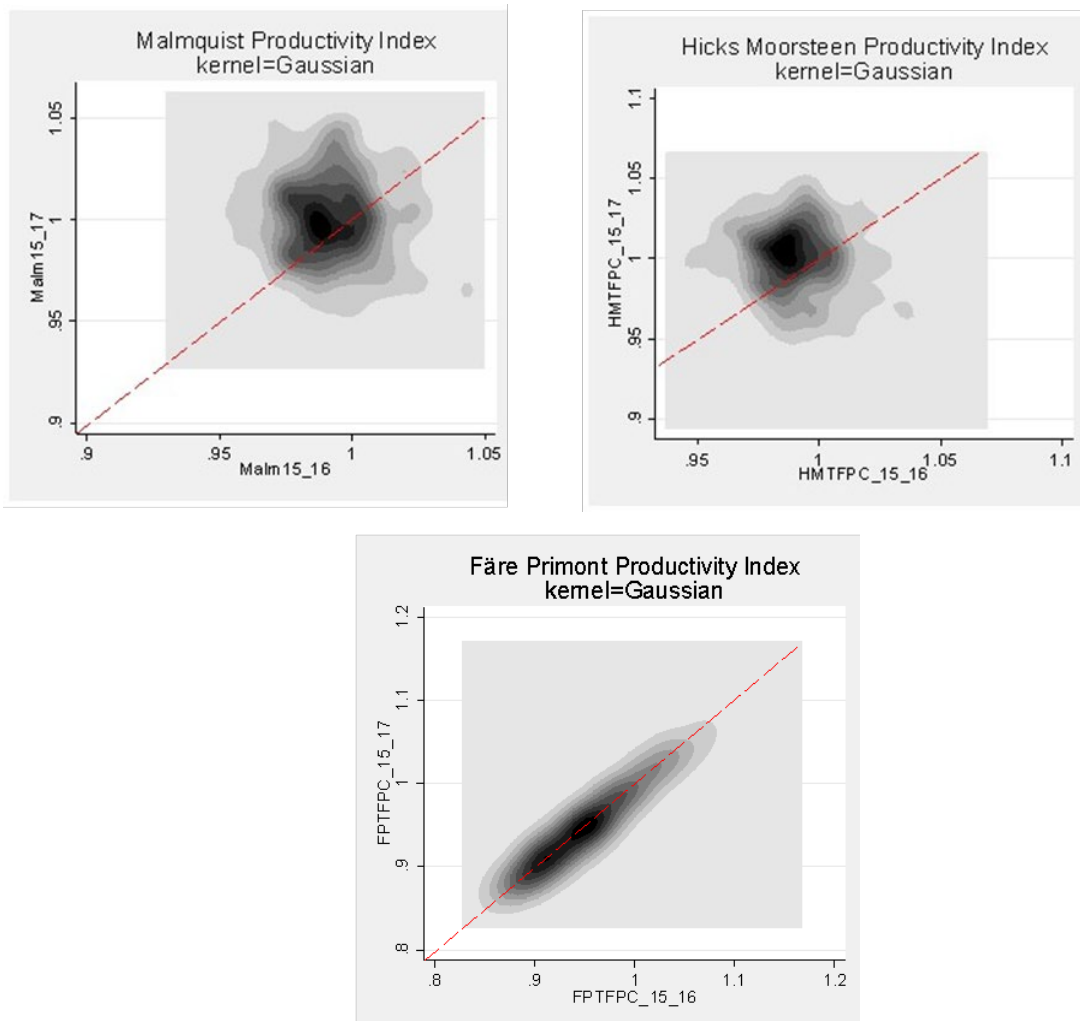
CInf: Conventional inference. Inference based on non-corrected var-cov Matrix

BInf: Bootstrapping inference. Inference based on varcov, corrected by Bootstrap method (L = 2000)

Source: Own elaboration.

Finally, Figure 4 shows the convergence made through stochastic kernels according to the contour graphics approach. As can be seen, for the MALM and HMTFPC methodologies the probalistic mass and therefore the intradistributional changes are mostly located above the diagonal, confirming convergence. Whereas with the FPTFPC methodology, the probalistic mass is placed on the diagonal, confirmed stagnation.

**Figure 4. Stochastic kernels: contour plot.**



Source: Own elaboration.

#### 4. Conclusions.

A productivity analysis has been carried out from a public database on HC in the Community of Madrid, the capital of Spain. The main objective of this work has focused on extending the existing literature, on the analysis of total factor productivity, with two important contributions: 1) The application and comparison of two robust methodologies, by means of the index, of total factor productivity of Hicks-Moorsteen & Färe Primont which, except for error, have not been previously used in this sector; 2) The regional scope, which has been scarcely analyzed.

The main results reveal decreases in HCC productivity due to the three proposed methodologies. These decreases range between 4.90% and 0.25% for the Färe-Primont & Hicks-Moorsteen index respectively between 2015/17 in average terms. Convergence analysis confirm that this takes place in the case of the Malmquist & Hicks-Moorsteen proposals.

The health budget in Spain is approximately 43% in three regions, where the Community of Madrid is located. The health budget of Madrid in terms of public expenditure per inhabitant is among the three lowest in Spain, in the period of analysis studied. In terms of public policy recommendations and managerial decisions, it should be mentioned that the consequences of the crisis, in terms of higher levels of poverty and unemployment, could require greater efforts at health intervention in the search for higher levels of social efficiency. It seems evident that the maintenance of a world-class position of excellence in the Spanish healthcare system depends on continuing to improve, optimising resources but also providing them.

#### References

- Balk, B.M. (2001). Scale Efficiency and Productivity Change. *Journal of Productivity Analysis*, 15(3), 159-183.
- Barnum, D., Johnson, M., & Gleason, J.M. (2016). Importance of Statistical Evidence in Estimating Valid DEA Scores. *Journal of Medical System*, 40, 47-59.
- Barro, R.J., & Sala-i-Martin, X. (1992). Convergence. *Journal of Political Economics*, 100(2), 223-251.
- Caves, D. W., Christensen, L. R., & Diewert, W. E. (1982). The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity. *Econometrica*, 50 (9), 1393–1414.
- Cordero-Ferrera, J.M., Nuño-Solinis, R., Orueta, J.F., Polo, C., Del Rio-Cámara, M., & Alonso-Morán, E. (2016). Evaluación de la eficiencia técnica de la atención primaria pública en el País Vasco, 2010-2013. *Gaceta Sanitaria*, 30(2), 104-109.
- Cordero-Ferrera, J.M., Crespo-Cebada, E., & Murillo-Zamorano, L.R. (2011). Measuring technical efficiency in primary health care, The Effect of exogenous variables on results. *Journal of Medical System*, 35, 545-554.
- Delgado, M., & Fariñas, J.C. (2002). Firm productivity and export markets, a non-parametric approach. *Journal of International Economics*, 57(2) 397-422.
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M., & Zhang, Z. (1994). Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries. *American Economic Review*, 84(1), 66–83.
- Flores, I. (2019, 24 April). Bajo mínimos. Retrieved from [https://elpais.com/elpais/2019/04/23/opinion/1556042649\\_143602.html](https://elpais.com/elpais/2019/04/23/opinion/1556042649_143602.html)

- García-Latorre, F., Marcuello, C., Serrano, G.D., & Urbina, O. (1996) Evaluación de la eficiencia en centros de atención primaria. Una aplicación del análisis envolvente de datos. *Revista Eso Salud Publica*, 70, 211-220.
- Grifell-Tatjé, E., & C.A. Lovell, K. (1995). A note on the Malmquist index. *Economics Letters*, 47(2) 169-175.
- Lovell, C.K. (2003). The Decomposition of Malmquist Productivity Index. *Journal of Productivity Analysis*, 20(3), 437-458.
- Martínez-Cillero, M., & Thorne, F. (2019). Sources of productivity growth using the Färe-Primont decomposition. An empirical application to the Irish beef sector. *Applied Economics*, 51(36), 3982-3994.
- Mateos, A., & Penedés, A. (2013). España, Crisis y recortes. *Revista de ciencia política*, 33(1), 161-183.
- O'Donnell, C.J. (2008). An Aggregate Quantity-Price Framework for Measuring and Decomposing Productivity and Profitability Change. *Working paper series, No. WP07/2008*, University of Queensland.
- O'Donnell, C.J. (2011). Econometric Estimation of Distance Functions and Associated Measures of Productivity and Efficiency Change. *Centre for Efficiency and Productivity Analysis Working Papers WP01/2011*. University of Queensland.
- Pelone, F., Kringos, D.S., Romaniello, A., Archibugu, M., Salsiri, C., & Ricciardi, W. (2015). Primary Care Efficiency Measurement Using Data Envelopment Analysis. A Systematic Review *Journal of Medical System*, 39(1), 156-177.
- Puig-Junoy, J. (2000). Eficiencia en la atención primaria de salud, Una revisión crítica de las medidas frontera. *Revista Española de Salud Pública*, 74, 483-495.
- Quah, D.T. (1997). Empirics for Growth and Distribution, Stratification, Polarization and Convergence Clubs. *Journal of Economic Growth*, 2, 27-59.
- Romano, J., & Choi, Á. (2016). Medida de la eficiencia de la atención primaria en Barcelona incorporando indicadores de calidad. *Gaceta Sanitaria*, 30(5), 359-365.
- Russell, R. (2018). Theoretical productivity index. *The Oxford handbook of productivity analysis*. Oxford: Emili Grifell-Tatjé, C. A. Knox Lovell, & Robin C. Sickles. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780190226718.013.4.
- Scott, D.W. (1992). *Multivariate density estimation; Theory, practice, and visualization*. New York: Wiley.
- Segura, A. (2014). Recortes, austeridad y salud. *Gaceta Sanitaria*, 28(S1), 7-11.
- Stokey, N.L., & Lucas, R.E. (1989). *Recursive methods in Economics Dynamics*. Massachussets: Harvard University Press.
- Vafae, A., Pooya, A., Alizadeh, A., & Emrouznejad, A. (2018). Assessing the Relative Performance of Nurses Using Data Envelopment Analysis Matrix (DEAM). *Journal of Medial System*, 42, 125-134.

Vieira, M., (2018, 24 September). España tiene el sistema sanitario más eficiente de Europa y el tercero del mundo, según el informe Bloomberg, Diario Enfermero. Retrieved from <http://diarioenfermero.es/espana-tiene-el-sistema-sanitario-mas-eficiente-de-europa-y-el-tercero-del-mundo-segun-el-informe-bloomberg/>



## The Effect of Audit Committee Characteristics and Auditor Changes on Financial Restatement in Iran

SALEHI, MAHDI

Ferdowsi University of Mashhad (Mashhad, Iran)

Correo electrónico: mehdi.salehi@um.ac.ir

MOKHTARZADEH, MAHDI

Ferdowsi University of Mashhad (Mashhad, Iran)

Correo electrónico: mokhtarzadeh\_mahdi@yahoo.com

ADIBIAN, MOHAMMAD SADEGH

Ferdowsi University of Mashhad (Mashhad, Iran)

Correo electrónico: adib.mohammad@gmail.com

### ABSTRACT

The present study aims to realize and become more familiar with the impact and the functions of audit committee and its characteristics, including the expertise and independence of members, related experiences, and change of auditor on the quality of financial reporting in companies listed on the Tehran Stock Exchange (TSE).

The required data are gathered from 105 listed companies on the TSE during 2012-2016 and logistic regression model is used for the hypothesis testing.

The findings of the study indicate a positive and significant impact of audit committee characteristics, except audit independency which represents a negative association, and changes of auditor on financial restatement.

The innovation of the present study relative to other conducted studies lies in the simultaneous evaluation of audit committee characteristics and change of auditor on the quality of financial reporting. Such results could be appropriate for Stocks and Securities practitioners to comply with the chart of the audit committee, to necessitate the use of corporate governance principles, and to voluntarily provide a corporate governance report.

**Keywords:** financial reporting quality, audit committee characteristics, financial restatement.

**JEL classification:** M42; M48; M41.

**MSC2010:** 62J05; 62J86; 62M10.

# El efecto de las características del comité de auditoría y los cambios de auditor en el restablecimiento financiero en Irán

## RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo comprender y familiarizarse más con el impacto y las funciones del comité de auditoría y sus características, incluida la experiencia y la independencia de los miembros, las experiencias relacionadas y el cambio de auditor sobre la calidad de la información financiera en las empresas que cotizan en la Bolsa de Valores de Teherán (TSE).

Los datos requeridos se recopilan de 105 empresas que cotizan en el TSE durante 2012-2016 y se utiliza el modelo de regresión logística para la prueba de hipótesis. Los hallazgos del estudio indican un impacto positivo y significativo de las características del comité de auditoría, excepto la independencia de la auditoría que representa una asociación negativa, y los cambios de auditor en la reexpresión financiera.

La innovación del presente estudio en relación con otros estudios realizados radica en la evaluación simultánea de las características del comité de auditoría y el cambio de auditor sobre la calidad de la información financiera. Dichos resultados podrían ser apropiados para que los profesionales de acciones y valores cumplan con el organigrama del comité de auditoría, requieran el uso de principios de gobierno corporativo y proporcionen voluntariamente un informe de gobierno corporativo.

**Palabras clave:** calidad de la información financiera, características del comité de auditoría, reexpresión financiera.

**Clasificación JEL:** M42; M48; M41.

**MSC2010:** 62J05; 62J86; 62M10.



## 1. Introduction.

The history of the audit committee in America dates back to 1940. Since then and after the occurrence of McKesson Robbins Fraud, the American Stock Exchange suggested all listed companies on the New York Stock Exchange to introduce the independent auditors as a group of unbounded managers of the board and negotiate with them about signing audit contract and determining an audit fee. The organization names this unbounded group as the audit committee. In 1971, the bill passed by the American Stock Exchange. The organization believed that the presence of an audit committee is the most appropriate way to support the interest of investors in public companies. Following that in 1978, the New York Stock Exchange obliged the listed companies to establish an audit committee. In compliance with this policy, the companies listed on the American Stock Exchange were also recommended, but not obliged, to set up an audit committee. According to latest research studies, an audit committee is created in more than 90% of large public American corporations. The legal and professional authorities are seriously concerned about the responsibility of public companies to beneficiaries to protect their interests. The main role of the audit committee is to supervise the process of financial reporting in companies. Although audit committee provides the most reliable protection from the public interests, previous studies on audit committee not only indicate various types of expertise and skill of board members but show the lack of sufficient experience and financial expertise among a large number of audit committee members in finance and accounting (Alzeban & Sawan, 2015).

The audit committee is one of the most effective committees that by influencing the corporate governance, is in association with the board of directors and help the board shoulder its supervisory responsibilities on management, lessen the information asymmetry among managers and shareholders, lower the agency costs, and present a transparent financial report. The members of the audit committee are mostly the unbounded members of the board, who interact between independent auditors and the internal auditors (Habib & Bhuiyan, 2016).

Bédard and Gendron (2009) also believe that the audit committee is able to prevent from financial restatement directly, through monitoring the financial reporting, and indirectly, by supervising the internal controls and independent auditing. In general, by improving the information quality and imposing stringent control, we would be able to foster the trust of the investors of the quality of financial reporting and the efficiency of the financial markets.

Our findings contribute to prior literature in some ways. Firstly, we contribute to the disclosure literature by highlighting how audit committee can influence the financial reporting quality. Whereas Cai et al. (2014) find that firms imitate the voluntary disclosure policies of other firms, and Cheng et al. (2018) find that when the disclosure is mandated, board connections inform connected firms on how to best avoid the same deficient practice.

Secondly, many empirical studies examine the costs and benefits of legislation and primarily on disclosing (e.g. Hochberg et al., 2009), specifically in developing countries, whereas this is the first empirical analysis which examine the quality of financial statements incorporated with audit committee in an emerging country. We achieve the objective of the study by demonstrating how audit committee members affect firms' internal control and reporting practices.

The rest of the paper is organized as follows. Section 2 describes the related literature and develops hypotheses. Section 3 discusses the data and specifies the empirical methods. Section 4 presents the results. Section 5 discusses the findings and concludes the paper.

## 2. Theoretical principles and literature review.

The exact definition of the competencies of the audit committee plays a leading role in the effectiveness of the committee. The authorities of the committee are actually defined by the written regulations dictated to the committee. Based on these regulations, the authorities, responsibilities, and scope of power are defined clearly. The main responsibility assigned to the audit committee in most countries under the business law, which is even compulsory in some of them, is to study and investigate the audited financial statements before they are passed by the board of directors. In other words, in most countries, the main objective of the audit committee is to exercise a strict supervision on financial reporting process of the firm. In addition to the mentioned functions, audit committee takes other responsibilities, as well.

According to Lindsell (1992), audit committees would higher the firm standards in case they employ experienced, expert, and responsible manager for a conscious, decisive, and fearless competition. This is while they are in line with the process of financial reporting, monitor the responsibilities of the managers to maintain the effective system of internal control, support the auditors to present the findings and viewpoints freely, and help them independently settle the disputes between auditors and managers.

By the increase of the number of frauds, which led to the bankruptcy of large corporations some concerns were aroused on the quality of financial reporting. The U.S. Congress established a special committee to draw up some strategies to combat fraud and corruption, which result in the formulation of the Sarbanes Oxley Act. The act emphasizes the role of the audit committee, ensures the quality of financial results, and expands the committee (Sultana & Van der Zahn, 2015).

The law has led to the advent of a well-built regulatory authority, named public company accounting supervisory board to monitor accounting and auditing. The role of the board is to provide new auditing standards, set the required accounting principles, establish the standards of quality control for auditors, and publish the professional code of ethics. The Sarbanes Oxley Act developed special regulations for the audit committee (Keinath & Walo, 2008).

The agency theory defined how the audit committee could affect the quality of financial reporting. According to the agency theory, it is assumed that all parties to the contracts should act based on their own personal interests. Shareholders are not able to monitor and control the manager due to the constraints of the corporate governance structure and other limitations. A close supervision is possible when shareholders are able to monitor the decisions of the management effectively, but they could engage themselves to such a process due to high costs and in some cases due to lack of experience and knowledge (Salehi & Shirazi, 2016). By doing this, the board is obliged to design and set the supervisory mechanisms due to its commitment to the shareholders. The board usually employs a group of experts and specialists to monitor the managerial activities of its agencies. The audit committee is a marginal committee within the framework of corporate governance, to which the board assigns some of its supervisory duties (Dezoort et al., 2002).

Sun et al. (2014) believe that the presence of an audit committee, besides enhancing the quality of corporate governance mechanisms, could increase the quality of financial reporting. Cohen and Zarowin (2010) indicated that the presence of an audit committee could lower the earnings management, compared with before the existence of such a committee among the American companies.

Restatements may apprise the investors of the critical economic status of the firm presenting the restatement. Within the past decades, financial restatements brought more concerns on the quality of financial reporting and caused numerous problems within the internal control and corporate governance system of the firms. Within a study on the impact of corporate governance on financial restatement, Zhizhong et al. (2011) discovered that by having an independent and efficient audit committee and external governance, like major shareholders and powerful independent auditors, we would be able to prevent financial restatements and errors.



According to the definition of Jiang et al. (2015), should a company restates its financial statements within a fiscal year and this results in a change to the items of the balance sheet and profit and loss statement, an earnings management-driven restatement occurs and in case the restatement is due to causes a change in the cash flow, a cash flow management-driven restatement will happen. In this regard, Afshad et al. (2011) investigate the attributes of and the market reaction to restatements disclosed via two restatement disclosure venues (8-Ks and 10-Ks/10-Qs) in USA. They document that stealth restatements have less severe restatement attributes than 8-K restatements. Specifically, restatements not affecting net income, with longer filing delays, and not subject to SEC investigation are more likely to be stealth. In addition, their results suggest that restating firms that changed audit firms since the end of the restatement period and their current auditor is one of the big four accounting firms are more likely to disclose 8-K restatements. Gondhalekar et al. (2012) also investigate both the short- and long-term share price reaction to announcements of financial restatements cited in the U.S. Their study suggest that the average cumulative abnormal return (CAR) for restated companies is significantly negative for the three-day window surrounding the day of announcement. The average CAR for the one-year period prior to the announcement and for each of the four years after the announcement are negative as well. Huang et al. (2011) study the impact of corporate governance on financial restatements in China, with a view to providing reference to strengthen the corporate governance and improve the quality of financial information. Their finding suggest that accounting misstatements related to performance could be prevented or restrained by strong internal governance. These governances include a board of higher percentage of outside directors and an audit committee that could oversee the accounting and financial reporting process on behalf of all shareholders, and outside governance, such as a big stockholder and a strong outside auditor from the Big4 accounting firms. However, the matched test shows the effect of audit committee on controlling restatements is endogenous, which relies on the effects of other governance factors. Eshagniya and Salehi (2017) examine the effect of financial restatement on changing the auditor in the following years. The results of their paper present that restatement does not cause auditor changes and that as the severity of a restatement increases, the auditor change in the following year of restatement also does not increase. Restating companies having strong governance do not go for auditor changes as compared with other companies. Sharma (2005) examines the effects of independent audit committee member characteristics and auditor independence on financial restatements. The empirical results of her study suggest that independent audit committees are more effective overseers of the corporate financial reporting and auditing processes when: they comprise majority experts, they meet regularly, their members are reputable, and audit committee members are appropriately compensated. On the other hand, external auditors are not deemed to be effective overseers of the corporate financial reporting process when the non-audit services and total fees generated by the client are higher but are effective when audit firm tenure is long. The results support the SEC's concerns regarding the provision of non-audit services impairing auditor independence. The results also support the Sarbanes-Oxley Act of 2002 which under Section 201 prohibits external auditors from providing certain non-audit services to its audit client. Overall, these results support the regulatory efforts to increase the quality of financial reporting by enhancing the corporate governance process related to audit committees and auditor independence.

## **2.1. Reasons for financial restatement.**

There are several reasons for financial restatement. In general, these reasons are divided into four general groups of environmental structure and the firm's terms of activity, managerial characteristics and corporate governance structure, characteristics of accounting standards, and audit quality of financial statements.

The first reason is related to environmental structure and the firm's terms of activity. Francis et al. (2012) found that firm size, financial performance, type of industry, and non-financial indices of firm performance influence the financial restatement.

Within their study, Hennes et al. (2014) concluded that there is a significant and direct relationship between the fame and credit of an auditor and the range of financial restatements. In

addition, they noticed that if the auditor has a great fame and credit, most of the restatements are similar to the error of the previous year, not frauds.

#### 2.1.1. Managerial characteristics and corporate governance structure

Aier et al. (2005) declared that the experience and educational level of managers has a negative and inverse association with the financial restatements, such that restatement in companies with more experienced and specialized managers is largely less than of the other companies.

Efendi et al. (2007) state that companies with financial restatements suffer from a weaker corporate governance structure, while the CEOs of such companies are the directors of the board, at the same time. Assigning an unbounded board of directors would guarantee that important issues related to the interest of shareholders are not fully covered in the board sessions. In case the CEO is the director of the board, he/she would control the agenda during the meetings and does not disclose the important information completely, so the board is not able to evaluate the performance of the board, appropriately (Abdullah et al., 2010).

Normally, the separation of the roles of CEO from the director of the board is to the benefit of the shareholders.

#### 2.1.2. Characteristics of accounting standards

Eshagniya and Salehi (2017) showed that only in few cases the financial restatement is due to the type of characteristics of accounting standards and non-transparency of the entire standard texts.

#### 2.1.3. Audit quality and financial statements

Wilson (2008) carried out a study on the decrease of the information content of profit after the financial restatement. Based on the result of the study investors believe that the profits of restatement have relatively less information content.

#### 2.1.4. Features of the audit committee

Lin and Hwang (2010) illustrate that some of the features of audit committee could increase its effectiveness. Such features, on which most of the experimental studies are concentrated, include financial expertise, independence, and experience. Moreover, these features are in particular related to the improvement of financial reporting quality (Martinov-Bennie et al., 2015).

Salehi and Shirazi (2016) conducted a study on the effects of audit committee features on the quality of financial reporting and found a positive and significant relationship between these two factors.

#### 2.1.5. The financial expertise of audit committee members

The Blue Ribbon Committee declares that the financial expertise of the audit committee could lead to the growth of effectiveness. The Sarbanes-Oxley law has also obliged the boards of companies in 2002 to establish an audit committee among the independent managers and to assign at least one financial expert. Abdullah et al. (2014) and Amer et al. (2014) argue that the financial expertise of audit committee members increases the chance of detecting significant distortions.

In order for close monitoring of the reporting process of a firm, the audit committee members should be financially informed and experienced to be able to interpret the financial statements. Financial expertise armors the audit committee members with cognizant questions and confronts the managers with challenges. This, in turn, gives rise to the transparency of reporting and lessens the agency problem derived from the information flow (Klein, 2007).

A considerable portion of studies on the audit committee is concerned about the consciousness and access of committee members to financial reporting. The advocates of the agency theory argue that the presence of some financially expert members could elevate the capability of the audit committee to be ensured of the project, qualification, and competency of independent auditors and also broadens the understanding of the auditor during the audit procedures. In addition, the presence of financially expert members in the audit committee would lower the conflict between managers and their auditors (Sultana & Van der Zhan, 2015).

Corporate governance in companies with financially expert members in their audit committee will be enhanced (Defond et al., 2005). This is while an audit committee with no financial expertise depends on independent auditors to rely on and trust to the information and accounting digits (profit) requires for the customer.

Moreover, Sultana & Van der Zhan (2015) indicated that the knowledge and financial and accounting education of the audit committee members could improve the quality of financial reporting.

Within a study on the relationship between the quality of financial reporting and the features of the audit committee, Abbott, Park, and Parker (2000) noted that distorted presentation of financial statements is lower in companies with the audit committee and financial experts.

After conducting several studies on the capital market, Defond et al. (2005) concluded that the presence of an audit committee with independent, specialized, and experienced members in the field of accounting and auditing has a substantial impact on the published information in the market.

Abbott et al. (2002), Agrawal and Chadha (2005), Abdullah et al., (2010), Amer et al. (2014), Bhardwaj and Rao (2015), and Bansal and Sharma (2016) suggested that the presence of members with accounting and financial expertise in the audit committee has a significant relationship with the financial restatements.

So, the first hypothesis is formulated as follows:

**H<sub>1</sub>:** There is a positive and significant relationship between the financial expertise of audit committee and financial restatements.

## **2.2. Independence of audit committee.**

In modern auditing, much emphasis is put on non-executive (independent) managers of the audit committee and these independent managers attempt to be ensured that the decisions of executive managers are in accordance with the interests of shareholders (Abdullah et al., 2014).

The American Stock Exchange stresses that it is better to have no audit committee than having a committee all members of which are executive managers because they project no accurate image of the status of the firm (Bansal & Sharma, 2016).

The independence of audit committee, which is one of the salient features of the committee, is of great importance. The independence of audit committee has attracted the law-makers and scholars (Abbott et al., 2004).

To perform their monitoring role and to protect the interests of shareholders, the audit committee members should be independent of firm management. The view of the advocates of the agency theory, by arguing that audit committee has a higher percentage of unbounded managers in performing its duties, is less in risk and, besides, an independent audit committee could settle the conflicts (Jackson et al., 2009).

Independence is one of the major characteristics of the audit committee, which is emphasized heavily. An independent audit committee could limit the role of firm managers, prevent the manipulation of financial results, lower the number of distorted and biased financial statements (Bedard et al., 2004), and finally improve the quality of financial reporting in firms (Goodwin, 2003).

The results of Abbott et al. (2004), Carcello et al. (2011), Lary and Taylor (2012), Bansal and Sharma (2016), and Poretti (2018) indicate a significant association between audit committee independence and financial restatement. Moreover, Marciukaiyte et al. (2009) observed that the probability of optional restatements has a positive relationship with the independence of audit committee members and Nabar et al. (2009) realized that companies with financial restatements have weaker corporate governing bodies, like the board of directors and audit committee with inferior independence.

The results of Abbott et al. (2004) are based on the theory that an independent audit committee has no personal and financial reliance on the executive management. Hence, it is probable that an independent audit committee is disagree with the management in some certain cases but it is expected from the independent managers to seek for a high-quality audit and to attempt more consistently to minimize frauds and earnings management.

In contrast, the findings of Chan et al. (2012) suggest a negative relationship between the independence of audit committee and audit fees.

The results of Beasley & Salteiro (2001), Carcello and Neal (2000), Qasim (2018) were undoubtedly based on the theory that independent audit committees have no personal or financial reliance on the management. Thus, it is possible that an independent audit committee opposes the management in some certain cases. So, it is expected from the independent managers of the executive section to seek for high-quality audit and to try for fewer frauds and earnings management. So, the second hypothesis is proposed as follows:

**H<sub>2</sub>:** There is a positive and significant relationship between the independence of audit committee and financial restatements.

### **2.3. The experience of audit committee.**

The experienced members of the audit committee analyze the results of what obtained by the independent auditor at the presence of executive managers, including any limitation within the scope of consideration of an independent auditor, any disagreement between the independent auditor and the management, key accounting and auditing judgments, errors, financial reporting amendments, and audit fee and settle the disputes between the firm managers and an independent auditor (Van der Nest et al., 2008; Zainal, 2016).

Audit committees, as the guiding activities, may be a combination of members who gained experience in major and different areas, like financial reporting, auditing, industrial management, risk management, and technology (Samaha et al., 2015).

To fulfill the main responsibilities of the audit committee, it is better for all members of the committee to have a financial experience and to be able to comprehend the issues of financial reporting and complications derived from the business activity of firms. Asking for financial and accounting experience for the maximum of committee members is not something weird. Audit committees, in addition to the so-called specializations, should make use of knowledge of industrial experts and other specialists to solve the unique problems of companies and/or their related industries (Habib & Bhuiyan, 2016).

In 1998, Dezoort (1998) expressed some advantages for the experienced members of the audit committee. First, since the experienced members of the audit committee have trained previously, their

performance and feedback are assessed and they have sufficient technical knowledge in their field of specialization. Second, the experience members make more effective use of the suspicious cases during their evaluations, while inexperience members may not even recognize the issue. Third, the experienced members of the audit committee, by relying on their own experience, have better systematic performance, understanding, and interpretation in detecting the particular cases and judging about them. Fourth, there is more consistency and consensus among experienced members of the committee, this means that in case of the presence of similar environmental information and factors, more balanced judgments will be made. Hence, the experience of the members will increase their judgment ability.

In sum, companies with less experienced committee members are less capable of performing their monitoring duties (Hundal, 2013).

So, the third hypothesis will be proposed as follows:

**H<sub>3</sub>:** There is a significant and positive relationship between the related experience of the audit committee and financial restatement.

## 2.4. Auditor Change.

The bankruptcy of large corporations at the beginning of the present century caused the reliability of financial statements to gain an increasing growth in the public opinion. After the downfall of the Enron company, the crash of the American Stock Market in 2001, and with regard to the Sarbanes-Oxley Act on the one hand, and the corporate governance regulations of the European Union on the other hand, it is specified that the listed companies on the American Stock Exchange change their audit manager within a certain interval to prevent the recurrence of financial distortions of companies, like Enron and WorldCom. Although at that time most of the scholars believed that change of auditor does not prevent from financial corruption, the critical setting of the American Stock Exchange and the collapse of the financial market made an excuse to limit the auditors (Zhang, 2018).

By accumulating the evidence of the first year of auditor change, we observed some errors due to lack of knowledge and information on customers, so the chance of an unreasonable audit is high. Hence, the first year of auditor change in the audit committee is called the critical period (Kalelkar, 2016).

So, the fourth hypothesis will be designed as follows:

**H<sub>4</sub>:** There is a significant and positive relationship between auditor change and financial restatements.

## 3. Research methodology.

The present study is practical, in terms of objective and correlational-descriptive, in terms of nature and method because on the one hand, it analyzes the status quo and on the other hand, it determines the relationship among different variables using the regression analysis.

### 3.1. Research models and variables.

This paper is concerned about the relationship between audit committee features, auditor change and financial restatements and audit fees. The following model is used to test our hypotheses:

$$RET_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 ACE_{i,t} + \beta_2 ACI_{i,t} + \beta_3 ACT_{i,t} + \beta_4 ACH_{i,t} + \beta_5 TENURE_{i,t} + \beta_6 SIZE_{i,t} + \beta_7 LEVE_{i,t} + \beta_8 AFEES_{i,t} + \beta_9 BIG_{i,t} + \beta_{10} A-REP_{i,t} + \beta_{11} INDUSTRY_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

The following definitions are presented for models' variables:

### 3.1.1. Dependent variable

**RET (Financial restatement):** is a two-dimensional (dummy) variable with the value of 1 for restated financial statements and 0 otherwise. It is notable that based on Iranian Accounting Standards, which is the only applicable set of standards in our sample selection, companies are allowed to restate their financial statements in presence of two conditions. (1) If an error was occurred by company in former years and is discovered in current year. (2) Applying a change in accounting procedures in which the financial effect of these changes is applicable in former years through restating financial statements, in order to provide comparability between different periods, change in amortization procedures of fixed assets, and change in evaluating procedures of inventories are to examples in this regard.

### 3.1.2. Independent variable

**ACE (Audit Committee Expertise):** is equal to the proportion of financially expert members to the total members of the Audit Committee, in accordance with the code 6 of article 1 of the Audit Committee Charter. The financial expertise of members is included of a university degree, an internal or international professional certification in finance-related majors (accounting, auditing, financial management, economics, or other financial or economic management discipline), along with the ability of analyzing financial statements and reports and internal control applied in financial reporting. The importance for the financially expert audit committees' members was emphasized in the Smith Report (2003).

**ACI (Audit Committee Independence):** is equal to the proportion of independent members to total members of the Audit Committee (Chan et al., 2012). An independent member, according to paragraph 1 of Article 1 of the charter of audit committee is defined as someone who has no connection or in/direct interests to affect ones unbiased decisions, who causes no partiality of his/her interests or a special group of shareholders or stakeholders, or who causes to not regulate the mutual interests of shareholders.

**ACD (Audit Committee Experience):** is equal to the proportion of financially experienced member to total member of the Audit Committee (Krishnan & Visvanathan, 2008).

**ACH (Auditor Change):** is a proxy for auditor change in respect to prior year. In this article, in case of auditor change, we assign 1, and 0 otherwise.

### 3.1.3. Control variable

**SIZE (Firm size):** is the total value of all share of i company in the year<sub>t</sub> that is the indicative proxy of management ability and the quality of accounting systems. In case the firm is affiliated with large corporations 1, and 0 otherwise.

**LEVE (Financial leverage):** is equal to total debts divided by total assets of the company.

**A-FEES (Audit fees):** is equal to the natural logarithm of audit cost.

**BIG (The size of audit firm):** in this paper, auditors (audit firms) are divided into two groups. Given that the Iranian National Audit Organization, due to the presence of excessive number of staffs and more power, are considered as large auditors and other audit institutes are recognized as small auditors (small audit firms). In this study, for companies audited by the Iranian National Audit Organization, we assign 1 and 0 otherwise.

**A-REP (Type of audit report):** is the auditor opinion. If the auditor opinion of fiscal year is unqualified, we assign 1 and 0 otherwise.

**INDUSTRY (industry specialization):** In company (i) in year (t) shows the range of concentration and skill of the auditor in the desired industry and the ability to explore the threats and risks related to each industry. Therefore, the focus of this study is on industries the number of population of which is growing in the Stock Market. Basic metal industries, chemical products, automotive and part manufacturing, pharmaceutical materials and products, cement, plaster, and lime and other non-metallic mineral products are classified in this section. To measure the industry specialization we use Market Share Based on Company Size (Total Assets). The market share with regard to the total assets of the company is calculated in the following method:

**Total assets of all clients any special audit firm in a particular industry**

---

**Total assets of all employers in the industry**

Only institutions are regarded as industry specialized in this research whose market share (meaning the result of the above equation) is more than  $[1/2 * (\text{companies in the industry} / 1)]$  is (Palmrose, 1986).

**TENURE (Auditor tenure):** from 30<sup>th</sup> of July, 2007 the Securities and Exchange Organization of Iran, by implementing the 24<sup>th</sup> resolution of the Supreme Council, passed the guideline of accredited audit institutions of Securities and Exchange Organization to advocate the rights and interests of investors, to organize and develop the securities market, and to strictly monitor the capital affairs. According to this guideline, the regular change of institutions and audit partners is necessary during a 4-year period. The provision of the aforesaid guideline is for all companies listed on the TSE. Based on this guideline and the study of Namazi et al. (2010), to calculate an auditor tenure in the regression model for companies that did not change their auditors for 4 years, number 1 and 0 otherwise.

### **3.2. Statistical population and sampling method.**

The population under study should have the following unique qualifications. The information of these companies is studied for a period of 5 years during 2012-2016.

The sample of the study is selected from the statistical population of companies listed on TSE through systematic elimination method, such that those with the following features will be included:

1) The statistical population of this study comprises all listed companies on the TSE during 2012-2016 (5-year period) with the following qualifications:

- Being listed on the TSE until the end of 2010;
- Should not change their financial yearend during the term of study;
- Should be active during the term of study and their stocks being transacted;
- Should completely present their financial information during the term of study; and,
- Should not be affiliated with investing, banks, and financial intermediaries.

In this paper, the screening (elimination) method is used for determining the statistical population, such that the qualified companies are selected and evaluated as the sample of the study and other companies were eliminated.

The sample of study obtained after placing the above-mentioned limitations on the statistical population and then the information related to the research variables will be achieved.

The required data and information, concerning their nature, are extracted from financial statements of companies as well as data software of TSE used as the financial information database of listed companies. Some websites, like Codal.ir, were also used for gathering data and information.

This paper is among correlational-retrospective studies. Research data, concerning the type and nature, were initially gathered through library method, then using the financial statements. After, given the unavailability of some data, some software, including Rah-Avaran Novin were used. Finally, the collected data entered the Excel Software and analyzed by the Eviews Software.

## 4. Research findings.

### 4.1. Descriptive statistics.

First, we describe how the required number of companies remained for fitting in Table 1.

**Table 1. The statistical simple.**

Calculation	
Total number of stock companies	805
Inactive firms	308
Leasing and insurance companies	87
Companies with change of time period	184
Inactivity for 6 months	88
Companies with no available information	33
Companies remained in the study	105

Source: Own elaboration.

In Table 2, auditor change, experience related to the audit committee, auditor tenure, financial restatements, type of auditor report, and audit firm size are two-sided nouns or apparent variables (fuzzy or dummy), are specified with code 1 and 0. Frequency, frequency percentage, and mode are used to describe these variables regarding their measurement scale.

**Table 2. Frequency, frequency percentage.**

Variable	Frequency		Frequency percentage		Total No.	Mode status
	0	1	0	1		
Auditor change	107	418	20	80	525	1
Experience related to audit committee	184	341	35	65	525	1
Auditor tenure	143	382	27	73	525	1
Financial restatement	15	510	3	97	525	1
Type of auditor report	272	253	52	48	525	0
Audit firm size	390	135	74	26	525	0

Source: Own elaboration.

As can be seen in Table 2, number 418 for no change in auditor position and number 328 for auditor tenure of more than 4 years indicate that the business firms were not willing to change their financial affairs. This may be due to the familiarity of the department with the accountant and the friendship of accountant with the activity of the business unit. Moreover, number 510 for financial restatement and 273 in a conditional report of the auditor are among several problems derived from lack of change in the accounting department of a business firm.



The descriptive statistics of research variables, including mean, standard deviation, etc., are presented in Table 3 by separating the variables and years.

**Table 3. Descriptive statistics of the entire year-company.**

Variable	Minimum	Maximum	Mean	Standard deviation
Auditor change	0	1	0	0/40
Audit fee logarithm	1.09	9.08	6.09	1.05
Type of report	0	1	0.49	0.50
Financial expertise of audit committee members	0	1	0.66	0.42
Related experience of audit committee members	0	1	0.65	0.47
Independence of audit committee members	0	1	0.52	0.34
Type of audit firm	0	1	0.26	0.43
Financial leverage	0.104	1.76	0.62	12.90
Financial restatement	0	1	0.98	0.231
Firm size	10.49	19.25	14.09	1.46
Auditor tenure	0	1	0.73	0.44

Source: Own elaboration.

Type of industry is a control variable, which should be controlled and considered altogether in industries. As mentioned in Table 3, the 66% calculated mean for the financial expertise of audit committee members indicates that most companies are trying to establish an audit committee composed of specialized members in the field of finance and accounting. In addition, the 65% mean of related experience of audit committee members also shows that related members were maintained in audit committee composition. 98% mean of financial restatements reveals that most of the companies have restated their financial statements. 73% mean of auditor tenure is also indicative of the weak behavior of most of the companies to change of auditor.

Now, we evaluate the inferential statistics and fitting of research hypotheses.

#### 4.2. Results of research hypothesis testing.

By entering the research data into the Eviews Software, we carry out the model fitting procedure. Within these analyses, to check whether the hypotheses are in/significant, we should consider the probability level of final output. If the probability level of a variable is less than 0.1, the hypothesis will be rejected.

For the combined data, first, we should select an appropriate model, integrated data or panel data model, for model estimation. Hence, the F-Limer and Breusch-Pagan tests are used in this paper, the results of which are presented in Table 4.

**Table. 4 F-Limer and Breusch-Pagan tests.**

Exp.	F-limer						Breusch-pagan						Result
	Sectional		Time		Sectional-Time		Sectional		Time		Sectional-Time		
	Statistic	Prob	Statistic	Prob	Statistic	Prob	Statistic	Prob	Statistic	Prob	Statistic	Prob	
<b>Model</b>	0.98	0.53	0.58	0.97	0.78	0.93	0.15	0.69	0.39	0.34	0.96	0.16	Pooled

Source: Own elaboration.

In order to allocate the model type, we use F-limer, Breusch-pagan and Housman tests for Cross-section and time. The F-limer tests pooled-ability against the panel with fixed effect of the model. In this regard, the results of Table 4 suggest that based on statistic and prob. the H0 hypothesis which indicates pooled-ability is not rejected. Furthermore, in order to support the F-limer test, we use Breusch-pagan test that examine the pooled-ability against the panel with random effect of the model. The results of Table 4 also suggest that based on statistic and prob. the H0 hypothesis that indicates pooled-ability is not rejected. Therefore, the model type is pooled and we avoid applying Housman test. Furthermore, since the dependent variable of the study is dummy variable (1 and 0), therefore the lpm, logit and probit modeling are applied. The statistical results of these models are presented in Table 5.

**Table 5. The empirical results of hypotheses testing.**

Variable	LPM		LOGIT		PROBIT	
	Coefficient	t-Statistic	Coefficient	t-Statistic	Coefficient	t-Statistic
ACE	0.0004	<b>3.017***</b>	0.0004	<b>1.8449*</b>	0.0011	<b>2.384**</b>
ACI	-0.0007	<b>-2.245**</b>	-0.0003	<b>-2.344**</b>	-0.0004	<b>-3.480***</b>
ACD	0.0002	<b>1.845*</b>	0.0002	<b>1.944*</b>	0.0002	<b>2.543**</b>
ACH	0.0002	<b>2.876***</b>	0.0002	<b>2.489**</b>	0.0001	1.238
TENURE	0.0000	-1.017	0.0001	<b>2.905***</b>	0.0001	<b>2.375**</b>
SIZE	0.0003	<b>3.013***</b>	0.0002	<b>2.301**</b>	0.0002	<b>2.539**</b>
LEVE	0.0005	<b>2.605***</b>	0.0003	<b>2.649***</b>	0.0005	<b>3.608***</b>
A_FEES	-0.0091	<b>-4.327***</b>	0.0000	<b>-2.519**</b>	0.0000	<b>-2.319**</b>
BIG	-0.0002	-0.894	-0.0002	-1.456	-0.0003	-1.580
A_REP	0.0001	<b>2.20**</b>	0.0002	<b>3.160***</b>	0.0002	<b>3.565***</b>
INDUSTRY01	0.0000	0.407	-0.0001	-0.904	0.0001	0.607
INDUSTRY02	0.0005	1.456	-0.0002	<b>-3.432***</b>	-0.0002	<b>-2.936***</b>
INDUSTRY03	0.0009	<b>3.469***</b>	0.0004	<b>2.299**</b>	0.0008	<b>3.047***</b>
INDUSTRY04	0.0003	0.717	-0.0002	-0.704	-0.0002	-0.565
INDUSTRY05	0.0010	<b>2.229**</b>	0.0003	1.263	0.0007	<b>1.893*</b>
INDUSTRY06	-0.0003	<b>-3.369***</b>	-0.0004	<b>-3.502***</b>	-0.0003	<b>-2.698***</b>

D.W=1.76	McFadden R-squared=0.141	McFadden R-squared=0.148
R <sup>2</sup> =0.64	S.D. dependent var=0.180	S.D. dependent var=0.180
Adj-R <sup>2</sup> =0.61	LRstatisc=18.4	LRstatisc=19.41
F-statistic=516.8	Prob(LR statistic)=0.047	Prob(LR statistic)=0.035
Prob(F-statistic)=.00		

In above Table the \*, \*\*,\*\*\* are significant at the 0.10, 0.05, and 0.01 levels, respectively.

Source: Own elaboration.

Reported results of first hypothesis in Table 5 suggest that audit committee expertise is positively associated with financial restatements in three logistic statistical methods, it means that auditor expertise leads to more accurate financial statements, which is arisen from more correction in comparing items. Our findings, in this regard, is in line with the findings of Bansal and Sharma (2016), Bhardwaj and Rao (2015), Schmidt and Wilkins (2013), Abdullah et al., (2010), Persons (2009), Agrawal and Chadha (2005), and Abbott et al. (2002).

The presented results of second hypothesis suggest a negative and significant association between audit committee independence and financial restatements. This means that higher audit independency

cause less restatements in financial statements, the results of this hypothesis is significant in all three logistic methods. The findings in this regard is in contrast with the findings of Poretti et al. (2018), Qasim (2018), Bansal and Sharma (2016), Lary and Taylor (2012), Carcello et al. (2011), Marciukaityte et al. (2009), Nabar et al. (2009), Abbott et al. (2004), Bedard et al. (2004), and Goodwin (2003).

The results of third hypothesis also demonstrate a positive and significant association between auditor experience and financial restatements in three logistic methods. This also means that professional experience aids auditors to perform high quality services in which more errors or correction is found in prior years. In this line of study, Zainal (2016), Sultana and Van der Zahn (2015), Hundal (2013), Van Der nest et al. (2008), and Vafeas (2005) report similar conclusions.

The statistical results of fourth hypothesis also indicate that auditor change has positive impact on restating financial reports. It is notable that this association is meet only in PLM and LOGIT methods, therefore our results for this hypothesis is less strong than former hypotheses. Our findings are consistent with the results of Kalelkar (2016), Díaz et al. (2015), Files et al. (2014), Stewart and Munro (2017), Srinivasan (2005). Further results of control variables suggest that firm size, financial leverage and auditor reports are positively associated with financial restatements in three logistic methods. While auditor tenure has positive impact on restating financial statements only in LOGIT and PROBIT methods. Furthermore, audit fees has negative impact on financial reports which means cheaper audit contracts results in less work by auditors in audit services. Finally, the results of industry specialization suggest that second sixth industries are negatively associated, and third and fifth industries ore positively associated with restating financial reports.

## **5. Conclusion.**

The objective of this study is allocating the impact of audit committee characteristics on restating financial reports in and emerging market. The paper also aims to determine the effect of auditor change on financial restatements in accounting reports.

The results of this study show that financial expertise and experience of audit committee members lead to more restating in financial statements. These findings suggest that more experience and expertise of audit committee members provide deeper understanding of financial events specially their consistency with applicable accounting standards in Iran. We also document that independency of audit committee members has negative impact on financial restatements. It means that providing non-audit services, which decrease auditor's independency, leads to increasing the scope of auditors in financial structure of clients, as a consequence, more non-audit services results in finding more errors in financial reports. Finally, we conclude that there is a positive and significant relationship between auditor change and financial restatements. It supports the idea demonstrating each audit firm has its own prospective which results in more correction and errors in financial statements of former years.

Our study provides detail information to regulators on the effectiveness of the audit committee in reducing financial restatements. Our evidence contributes to regulators in revising policies and standards considering other critical characteristics such as expertise and experience. In way that, how much expertise and experience is required for the members of an effective audit committee. The results of the study clarifies about auditor independence and its effect on financial restatements, in a way that, restricting the provision of non-audit services to audit clients which leads to improving auditor independence will not, obligatorily, results in fairer information in financial statements. Therefore, the regulators, considering our findings, can improve the quality of financial reporting. Our findings also is useful for board of directors of companies, in a way that, in order to provide fair information about financial condition of companies, how often the audit firms should be changed, and moreover, audit firms which are specialist in their specific industry must be appointed, our investigation presents these two factors as an effective mechanism in this regard.

Future research may begin by using various measures of independent variables to test the robustness of the results. Future research can examine the effectiveness of corporate governance rules and specific (TSE) market rules on improvement in financial reporting quality, specifically by examining their decreasing effect on financial restatements.

## References

- Abbott, J.L. Parker, S., & Peters, G.F. (2002). *Audit committee characteristics and financial misstatement: A study of the efficacy of certain blue-ribbon committee recommendations*. SSRN Electronic Journal. Retrieved from: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=319125](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=319125).
- Abbott, L., Parker, S., & Peters, G. (2004). Audit committee characteristics and restatements. *Auditing A Journal of Practice and Theory*, 23(1), 69-87.
- Abbott, L.J. Park, Y. & Parker, S. (2000). The effects of audit committee activity and independence on corporate fraud. *Managerial Finance*, 26(11), 55-67.
- Abdullah, A.M., Qaiser, R.Y., Ashikur, R., Ananda, W., & Thurai, M.N. (2014). Relationship between Audit Committee characteristics, external auditors and economic value added (EVA) of Public listed firms in Malaysia. *Corporate Ownership & Control*, 12(1), 899-910.
- Abdullah, S.N., Mohammad Yusuf, N.Z., & Mohammad Nor, M.N. (2010). Financial Restatements and Corporate Governance among Malaysian Listed Companies. *Managerial Auditing Journal*, 25 (6), 526-552.
- Afshad, J., & Irani, L.E. (2011). Do stealth restatements convey material information? *Accounting Research Journal*, 24(1), 5-22.
- Agrawal, A. & Chadha, S. (2005). Corporate Governance and Accounting Scandals. *The Journal of Law & Economics*, 48(2), 371-406.
- Aier, J.K., Comprix, J., Gunlock, M.T., & Lee, D. (2005). The Financial Expertise of CFOs and Accounting Restatements. *Accounting Horizons*, 19(3), 123-135.
- Alzeban, A., & Sawan, N (2015). The impact of audit committee characteristics on the implementation of internal audit recommendations. *Journal of International Accounting, Auditing and Taxation*, 24, 61-71.
- Amer, M., Aiman, A.R., & Shehata, E.SH. (2014). *Audit Committee Characteristics and Firm Performance: Evidence from Egyptian Listed Companies*. Proceedings of 6th Annual American Business Research Conference.
- Bansal, N., & Sharma, A.K. (2016). Audit committee, corporate governance and firm performance. *International Journal of Economics and Finance*, 8(3), 103-116.
- Beasley, M.S., & Salterio, S.E. (2001). The Relationship between Board Characteristics and Voluntary Improvements in Audit Committee Composition and Experience. *Contemporary Accounting Research*, 18(4), 539-570. DOI: 10.2139/ssrn.272590.
- Bedard, J., Chtourou, S.M., & Courteau, L. (2004). The effect of audit committee expertise, independence, and activity on aggressive earnings management. *Auditing: A Journal of Practice and Theory*, 23(2), 13-35.

- Bhardwaj, N., & Rao, B.R. (2015). Role of audit committee in corporate governance. *International Journal of Management and Social Science Research Review*, 1(10), 61-67.
- Blue Ribbon Committee (BRC) (1999). *Report and Recommendations of the Blue Ribbon Committee on Improving the Effectiveness of Corporate Audit Committees*. Stamford, CT: BRC.
- Cai, Y., Dhaliwal, D., Kim, Y., & Pan, C. (2014) Board interlocks and the diffusion of disclosure policy. *Review of Accounting Studies*, 19, 1086-1119.
- Carcello, J., Neal, T. Palmrose, Z., & Scholz, S. (2011). CEO Involvement in Selecting Board Members, Audit Committee Effectiveness and Restatements. *Contemporary Accounting Research*, 28(2), 396-430.
- Carcello, J.V., & Neal, T.L. (2000). Audit committee composition and auditor reporting. *The Accounting Review*, 75(4), 453-467.
- Carcello, J.V., & Neal, T. L. (2003). Audit committee characteristics and auditor dismissals following 'New' going-concern reports. *Accounting Review*, 78(1), 95-117.
- Chan, Y.M., Liu, G., & Sun, J. (2012). Independent audit committee members' board tenure and audit fees. *Accounting and Finance*, 53(4), 1129-1147.
- Cheng, S., Felix, R., & Indjejikian, R. (2019). Spillover effects of internal control weakness disclosures: The role of audit committees and board connections. *Global Business and Organizational Excellence, contemporary Accounting Research*, 36 (2), 934-957.
- Cohen, D., & Zarowin, P. (2010). Accrual-based and real earnings management activities around seasoned equity offerings. *Journal of Accounting and Economics*, 50(1), 2-19.
- DeFond, M., Hann, R.H., & Hu, X. (2005). Does the Market Value Financial Expertise on Audit Committees of Boards of Directors. *Journal of Accounting Research*, 43(2) 153-193.
- DeZoort, F.T. (1998). An analysis of experience effects on audit committee members' oversight judgments. *Accounting, Organizations and Society*, 23(1), 1-21.
- DeZoort, T., Hermanson, D., Archambeault, D., & Reed, S. (2002). Audit committee effectiveness: asynthesis of the empirical audit committee literature. *Journal of Accounting Literature*, 21, 38-75.
- Diaz, B. Fernández, R. & Diaz, A. (2015). Auditor tenure and audit quality in Spanish state-owned foundations. *Revista de Contabilidad– Spanish Accounting Review*, 18(2), 115-126.
- Efendi, J., Srivastava, A., & Swanson, E. (2007). Why do corporate managers misstate financial statements? The role of option compensation and other factors. *Journal of Financial Economics*, 85(3), 667-708.
- Eshagniya, A., & Salehi, M. (2017). The impact of financial restatement on auditor changes: Iranian evidence. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 11(3), 366-390.
- Files, R., Sharp, N.Y., & Thomson, A.M. (2014). Empirical evidence on repeat restatements. *Accounting Horizons*, 28(1), 93-123.
- Francis, J.R., Michas, P.N. & Yo, D. M. (2012). Office Size of Big 4 Auditors and Client Restatements. *Contemporary Accounting Research*, Accepted Article. DOI: 10.1111/1911-3846.12011/abstract.
- Gondhalekar, V., Joshi, M., & McKendall, M. (2012), Short- and Long-Term Share Price Reaction to Announcements of Financial Restatements. *Advances in Financial Economics*, 15, 149-172.

- Goodwin, J. (2003). The relationship between the audit committee and the internal audit function: Evidence from Australia and New Zealand. *International Journal of Auditing*, 7(3), 263-78.
- Habib, A., & Bhuiyan, M.B.U. (2016). Problem directors on the audit committee and financial reporting quality. *Accounting and Business Research*, 46(2), 121-144.
- Hundal, S. (2013). Independence, Expertise and Experience of audit committee: some Aspects of Indian corporate sector. *American International Journal of Social Science*, 2(5), 58-75.
- Hennes, K.M., Leone, A.J., & Miller, B. (2012). *Auditor Dismissals after Accounting Restatements*. Retrieved from [semanticscholar.org/ed30/7cdcbeb76f77d20b9e67645681c74d8cecf4.pdf](https://semanticscholar.org/ed30/7cdcbeb76f77d20b9e67645681c74d8cecf4.pdf).
- Hochberg, Y., Sapienza, P., & Vissing-Jørgensen, A., 2009. A lobbying approach to evaluating the Sarbanes-Oxley Act of 2002. *Journal of Accounting Research* 47, 519-583.
- Huang, Z., Zhang, J., Shen, Y., & Xie, W. (2011) "Does corporate governance affect restatement of financial reporting? Evidence from China", *Nankai Business Review International*, 2(3), 289-302.
- Jackson, O.L., Robinson, D., & Shelton, S.W. (2009). The Association between Audit Committee Characteristics, the Contracting process and Fraudulent Financial Reporting. *American Journal of Business*, 24(1), 57-66.
- Jiang, H., Habib, A., & Zhou, D. (2015). Accounting restatement and audit quality in china. *Advances in Accounting*, 31(1), 125-135.
- Kalelkar, R. (2016). Audit committee diligence around initial audit engagement. *Advances in Accounting*, 33, 59-67. DOI: [10.1016/j.adiac.2016.04.009](https://doi.org/10.1016/j.adiac.2016.04.009).
- Keinath, A., & Walo, J.C. (2008). Audit Committee Responsibilities Disclosed Since Sarbanes-Oxley, *The CPA Journal*, June 2008.
- Klein, A. (2007). Economic determinants of audit committee independence. *Accounting Review*, 77(2), 35-52.
- Krishnan, G.V., & Visvanathan, G. (2008). Does the SOX definition of an accounting expert matter? The association between audit committee directors' accounting expertise and accounting conservatism. *Contemporary Accounting Research*, 25, 827-857.
- Lary, A.K., & Taylor, D.W. (2012). Governance characteristics and role effectiveness of audit committees. *Managerial Auditing Journal*, 27(4), 336-354.
- Lin, J., & Hwang, M. (2010). Audit Quality, Corporate Governance, and Earnings Management: A Meta-Analysis. *International Journal of Auditing*, 14(1), 57-77.
- Lindsell, D. (1992). Blueprint for an effective audit committee. *Accounting*, 110(1192), 104
- Marciukaityte, D. Szewczyk, S.H. & Varma, R. (2009). Voluntary vs. forced financial restatements: The role of board independence. *Financial Analysts Journal*, 65(5), 51-65. DOI: [10.2469/faj.v65.n5.5](https://doi.org/10.2469/faj.v65.n5.5).
- Martinov-Bennie, N., Soh, D.S.B., & Tweedie, D. (2015). An investigation into the roles, characteristics, expectations and evaluation practices of audit committees. *Managerial Auditing Journal*, 30(8/9), 727-755.

- Nabar, S. Kim, Y., & Heninger, W.G. (2009). Earnings Misstatements, Restatements, and Corporate Governance. *Journal of Forensic & Investigative Accounting*, 1(2), 19-37.
- Namazi, M, Bayzidi, A., & Jabarzadeh, S. (2010). Examination of the relationship between auditing quality and earnings management in corporations registered in the Tehran stock exchange. *Journal Iran Financ. Investig.*, 4(13), 21-34.
- Palmrose, Z.V (1986). Audit fees and auditor size - further evidence. *Journal of Accounting Research*, 24(1), 97-110.
- Persons, O.S. (2009). Audit committee characteristics and earlier voluntary ethics disclosure among fraud and no-fraud firms. *International Journal of Disclosure and Governance*, 6(4), 284-297. DOI: 10.1057/jdg.2008.29.
- Poretti, H. (2018). The information content of security prices. *Journal of Accounting and Economics*, 2(1), 3-28.
- Poretti, C., Schatt, A., & Bruynseels, L. (2018). Audit committees' independence and the information content of earning announcements in western Europe. *Journal of Accounting Literature*, 40, 29-53.
- Qasim, A. (2018). Audit committee effectiveness: reflections from the UAE. *International Journal of Economics and Business Research*, 15(1), 87-107. DOI: 10.1504/IJEER.2018.10008881
- Salehi, M., & Shirazi, M. (2016). Audit committee impact on the quality of financial reporting and disclosure. *Management Research Review*, 39(12), 1639-1662. DOI: 0.1108/MRR-09-2015-0198.
- Samaha, K., Khelif, H., & Hussainey, K. (2015). The impact of board and audit committee characteristics on voluntary disclosure: A meta-analysis. *Journal of International Accounting Auditing and taxation*, 24, 13-28. DOI: 10.1016/j.intaccudtax.2014.11.001.
- Schmidt, J., & Wilkins, M.S. (2013). Bringing Darkness to Light: The Influence of Auditor Quality and Audit Committee Expertise on the Timeliness of Financial Statement Restatement Disclosures. *AUDITING: A Journal of Practice & Theory*, 32(1), 221-244.
- Sharma, V.D. (2005). *The effects of independent audit committee member characteristics and auditor independence on financial restatements*. A dissertation submitted in fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy, Department of Accounting, Finance and Economics Griffith Business School Griffith University.
- Smith Report (2003). *Audit Committees: Combined Code Guidance*. London: FRC.
- Srinivasan, S. (2005). Consequences of financial reporting failure for outside directors: evidence from accounting restatements. *Journal of Accounting Research*, 43, 291-334.
- Stewart, J., & Munro, L. (2007). Auditor perceptions of the impact of audit committees and the frequency of audit committee meetings on the external audit. *International Journal of Auditing*, 11(1), 51-69.
- Sultana, N. & Van der Zahn, J.L.W.M. (2015). Audit Committee Characteristics and Audit Report Lag. *International Journal of Auditing*, 19(2), 72-87.
- Sun, J., Lan, G. & Liu, G. (2014). Independent audit committee characteristics and real earnings management. *Managerial Auditing Journal*, 29(2), 153-172.

- Vafeas, N. (2005). Audit committees, boards, and the quality of reported earnings. *Contemporary Accounting Research*, 22(4), 1093-1122.
- Van der Nest, D.P., Thornhill, Ch. & De Jager, J.J. (2008). Audit committees and accountability in the South African public sector. *Journal of Public Administration*, 43(4), 545-585.
- Wilson W. (2008). An empirical analysis of the decline in the information content of earnings following restatements. *The Accounting Review*, 83(2), 519-548.
- Zainal, N.M. (2016). *Audit committee independence, financial expertise and financial restatements: empirical evidence in Malaysia*. Master thesis, Universiti Utara Malaysia. Retrieved from <http://etd.uum.edu.my/id/eprint/6261>.
- Zhang, H. (2018). Accounting Comparability, Audit Effort, and Audit Outcomes. *Contemporary Accounting Research*. 35(1), 277-313.
- Zhizhong, H., Juan, Zh. Yanzhi, Sh. & Wenli, X. (2011). Does corporate governance affect restatement of financial reporting? Evidence from China. *Nankai Business Review International*, 2(3), 289-302.





## Inflación semanal en galletitas: un enfoque de datos de panel

MELLER, LEANDRO

Universidad Nacional del Sur (Argentina)

Correo electrónico: leandro.meller@uns.edu.ar

LARROSA, JUAN M.C.

Universidad Nacional del Sur (Argentina)

Correo electrónico: jlarrosa@uns.edu.ar

DELBIANCO, FERNANDO

Universidad Nacional del Sur (Argentina)

Correo electrónico: fernando.delbianco@uns.edu.ar

RAMÍREZ MUÑOZ DE TORO, GONZALO

Universidad Nacional del Sur (Argentina)

Correo electrónico: grrmdt@gmail.com

URIARTE, JUAN IGNACIO

Hyperia (Argentina)

Correo electrónico: juanibbca@gmail.com

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo es evaluar la dinámica semanal de precios del sector de galletitas en el marco de una economía con inflación moderada, tal como lo es la argentina. Empleando datos de frecuencia semanal, se estiman cinco versiones de la función que relaciona a la variación semanal de los precios de las galletitas con sus posibles determinantes. Cuatro de esas estimaciones han sido obtenidas mediante mínimos cuadrados generalizados (MCG), en tanto que la restante corresponde a una especificación con efectos aleatorios (EA). Se identificaron posibles influencias del nivel de concentración de la oferta, las características de cada producto (tamaño, sabor, tipo), la situación del mercado cambiario, ciertos efectos temporales y las variaciones en los precios de los insumos sobre la dinámica de precios de las galletitas. Sin embargo, solamente los efectos de las variaciones en los precios de los insumos se presentaron robustos. El signo de estos efectos robustos coincide siempre con el esperado, a excepción del caso de la harina de trigo.

**Palabras clave:** galletitas, fijación de precios, inflación, Argentina, datos en línea.

**Clasificación JEL:** C33; L11; L13.

**MSC2010:** 62007; 91B84; 91B24.

## Weekly Cookie Inflation: A Panel Data Approach

### ABSTRACT

The objective of this contribution is to evaluate the weekly price dynamics of the biscuit sector in the framework of an economy with moderate inflation, such as Argentina. Using weekly frequency data, five versions of the function that relate cookie price weekly variations with their possible determinants are estimated. Four of these estimates have been obtained using generalized least squares (GLS), while the rest corresponds to a specification with random effects (RE). Possible influences of the supply level concentration, the features of each product (size, flavour and type), the exchange market situation, certain temporary effects and the variations in the prices of inputs on the price dynamics of the cookies are identified. However, only the effects of changes in input prices were robust. The sign of these robust effects always coincides with the expected values, with the exception of the case of wheat flour.

**Keywords:** biscuits, pricing, inflation, Argentina, online data.

**JEL classification:** C33; L11; L13.

**MSC2010:** 62007; 91B84; 91B24.



## 1. Introducción.

El presente trabajo exhibe resultados estadísticos relevantes para el estudio de un tema de suma importancia: la evolución de los precios de las galletitas en Argentina. Basta con hacer sólo algunas observaciones sobre los mercados de estos productos en general para poner en evidencia el hecho de que son lo suficientemente importantes como para considerarlos merecedores de un análisis como el que se puede encontrar en los siguientes párrafos.

Las galletitas son alimentos panificados que, al igual que el resto de sus congéneres, se producen con base en harinas y otros ingredientes (Nandeshwar et al., 2017) para el consumo cotidiano de las familias en la mayoría de los países. La facilidad de su producción en serie y su almacenamiento hace que sean siempre un competitivo integrante de las dietas, incluso de las clases con menores ingresos (Burns et al., 2013). Merece mencionarse además que el rubro en cuestión, sobre todo en sus versiones saladas (Beets et al., 2015), muestra un fuerte incremento en Estados Unidos (IRi, 2018), donde es demandado principalmente por la población estudiantil (Byrd-Bredbenner et al., 2012).

Diversas críticas se han esgrimido respecto al grado de bondad de su consumo, sobresaliendo las que se basan en un análisis de los diversos componentes ultraprocesados que las componen (Anders & Ahmad, 2011). En Brasil, específicamente, Machado et al. (2017) destacan este rol de comida ultraprocesada de las galletitas, entre otros alimentos, y la inelasticidad de su precio respecto a las calorías portadas.

Las características mencionadas (facilidad en la producción y la distribución, por un lado, y baja elasticidad del precio respecto de las calorías portadas, por otro) han contribuido a la conversión de las galletitas en productos de alta rotación en las góndolas (Mehra, 2017, para el caso de la India). Es probable que estas características también hayan tenido alguna influencia en el hecho de que se producen de muy diversas formas (Rai et al., 2017), desde altamente industrializadas hasta en series muy cortas y artesanales.

En Argentina, por su parte, su consumo representa uno de los más altos del mundo (Clarín, 2011), con cerca de 10 kilogramos por año por individuo, y el sector que las produce factura unos \$3.800 millones anuales en ventas, con exportaciones hacia 2010 del orden de los US\$296 millones. El IPC del INDEC ubica a las galletitas dentro del grupo de los Panificados, rubro que abarca gran parte de los productos comestibles en que se transforma diariamente a la harina (panes en diferentes formas, facturas y alfajores), y asigna un ponderador de 3,06% a este tipo de productos como porcentaje de gasto de las familias. Es decir, su variación agregada y ponderada transmite ese porcentaje al nivel general de inflación de cada período.

El presente trabajo busca evaluar la dinámica semanal de precios del sector de galletitas o galletas en el marco de una economía con inflación moderada, tal como lo es la argentina. Partiendo de una base de datos de precios de galletitas obtenidos semanalmente se buscó explorar qué determinantes dan forma a la fijación de precios de estos productos, prestando especial atención a determinantes estructurales y coyunturales de la inflación argentina. Utilizando el raspado de datos (web scraping) de alta frecuencia, una metodología reciente y ampliamente utilizada para recabar información procesable (Cavallo, 2013), se reunieron datos de precios semanales y se complementó esta información con precios de bienes sustitutos, variables del mercado externo (tipo de cambio), indicadores de la estructura del mercado y factores asociados a la temporalidad (estacionalidad y efecto semanal).

La significatividad de la asociación entre las variaciones de los precios y sus posibles determinantes puede ser el síntoma de un contexto de expectativas de inflación de muy corto plazo presentes. Es decir, si variaciones en los determinantes se asocian a una rápida respuesta en precios, el resultado en cuestión puede ser un indicativo de una alta elasticidad temporal a estos cambios, producto de muy sensibles expectativas de ajuste de precios. Ello puede enmarcarse en un proceso de creciente inflación general o puede deberse a shocks sectoriales específicos.

Un resultado interesante de este trabajo es el hecho de que dependiendo del modelo econométrico elegido surgen diversos determinantes que afectan la variación de precios semanal de este mercado específico. Por ejemplo, el grado de concentración de la oferta juega un rol significativo en algunos modelos, en los que está asociado a tasas de variación de precios más altas. Un hecho similar se verifica con ciertas características del producto, como su composición, ya que al menos un modelo sugiere que los precios de las galletitas de chocolate aumentaron en mayor medida. Por otra parte, las galletitas de agua, las obleas y las rellenas parecen haber aumentado más aceleradamente que los precios de los crackers, aunque se observa que dichos resultados no se presentan robustos frente a todas las especificaciones probadas.

Otro resultado interesante es que se detectan alzas asociadas a patrones temporales específicos, así como también se observa una relación significativa con un indicador de inestabilidad cambiaria. En cuanto a los insumos, las variaciones de precios en los huevos, la leche y los combustibles tienen los signos esperados, contrariamente a lo que sucede con las variaciones de precios en la harina de trigo, cuestión que se discute más adelante.

El trabajo continúa con la sección 2, donde se realiza una revisión de literatura de estudios sobre el sector galletitas en la literatura académica. Luego se procede al desarrollo de la sección 3, en la que se presentan y describen los datos referidos a la variable dependiente del modelo econométrico, cuyas variables explicativas se presentan en la sección 4. Esta última sección contiene también los resultados de las estimaciones y un análisis de la significatividad de los coeficientes hallados. Finalmente, la sección 5 cierra el trabajo con las conclusiones.

## **2. Literatura relevante.**

La mayor parte de la literatura económica consultada para el estudio de los mercados de galletitas versa sobre cuestiones como su comercialización, la volatilidad de sus precios, la estructura de los mercados donde se comercializan o la influencia de la regulación sobre el sistema de fijación de sus precios. Los párrafos que siguen presentan una brevísima reseña de lo que se ha escrito sobre cada uno de estos temas, comenzando por lo que se ha escrito sobre las prácticas de comercialización de galletitas y su evolución a través del tiempo.

Las galletitas tienen una larga historia de utilización como ración militar en forma de un pan duro o galleta. Con la prolongación de los conflictos, este hábito provocó cambios en los gustos de los veteranos, quienes comenzaron a demandar productos similares en tiempos de paz (Santlofer, 2007). El nacimiento del empaquetamiento moderno hizo de este alimento seco un candidato ideal para ser presentado en las góndolas de los grandes almacenes (Hisano, 2017) y posteriores supermercados (Borg, 2013). Las marcas jugaron un rol trascendente en el desarrollo de estos mercados desde sus inicios (French, 2017). Por ejemplo, intervinieron activamente en el desarrollo progresivo de formas de empaquetamiento (Tweede, 2012), las cuales, como Vergura y Luceri (2017) han demostrado, afectan la decisión de compra del consumidor. El origen de otras tácticas de comercialización que terminaron aplicándose al sector de galletitas puede ser encontrado en Williams y Williams (2017), en tanto que una revisión histórica de estrategias de marketing aplicadas al mercado de galletitas puede consultarse en Ramli (2017).

Si bien los cambios en los precios de los insumos suelen trasladarse directamente hacia los precios de los bienes finales, sobre todo desde la crisis internacional de alimentos en 2007 (Yang et al., 2015), este sector conserva cierta volatilidad específica. Chadwick y Bastan (2017) investigan si variaciones inesperadas en los precios de los alimentos afectan de manera asimétrica a su volatilidad. Trabajando con datos de Turquía entre enero de 2003 y enero de 2017, encontraron que en el caso de las galletitas la varianza del precio que se espera en el futuro, dada la información disponible en el presente, es constante, lo que implicaría que las variaciones inesperadas en el precio de las galletitas no afectan al grado de volatilidad de dicho precio. Los autores creen que este peculiar comportamiento se debe a que las galletitas se comercializan en un mercado maduro, en el que la ausencia de incentivos a

obtener ganancias extra dificulta la competencia y la entrada, lo que se traduciría en mayor estabilidad de precios a corto plazo.

El poder de mercado ha sido frecuentemente estudiado en el mercado de galletitas. Perekhozhuk, et al. (2016) hacen un recorrido de los principales trabajos donde se ha estimado empíricamente la existencia de “poder de mercado” en los sectores agrícola y de producción de alimentos en general. O’Donnell et al. (2007) también plantean una contribución sobre las galletitas, entre otros sectores analizados. Sin embargo, a diferencia de los verdaderos mercados de galletitas u otros productos panificados, los modelos elaborados por estos autores asumen que el producto objeto de transacción es homogéneo. Coloma (2007), en cambio, estimó el efecto de la fusión de Bagley y Arcor, ocurrida entre fines del año 2004 y principios del 2005, sobre el mercado argentino de galletitas. Para ello, construyó un modelo que representara el comportamiento de este mercado oligopólico y estimó el valor de sus parámetros con datos mensuales del período enero de 2003 - marzo de 2006. Los resultados hallados por este autor sugieren que la reducción de costos obtenida mediante la fusión compensa con creces el aumento en los precios inducido por la misma, por lo que la fusión habría resultado, en términos netos, beneficiosa para los consumidores. Otro rasgo interesante de este artículo es la descripción que su autor hace del mercado de galletitas argentino, que incluye caracterizaciones tanto de los oferentes como de los bienes transados.

Por otra parte, la regulación del mercado puede afectar también la forma de fijación de precios del sector. Symeonidis (2017) investiga si la competencia entre las empresas de un sector industrial hace que las huelgas sean más frecuentes e intensas en dicho sector. Para responder al referido interrogante, analizó la historia de algunos sectores industriales en el Reino Unido. En el caso del pan, la harina y las galletitas, el autor observó que antes de que se promulgara la Restrictive Trade Practices Act (1956) las prácticas anticompetitivas eran muy frecuentes en este sector. Tras dicha modificación legislativa, las mencionadas prácticas iniciaron un paulatino proceso de desaparición. Por ejemplo, en 1959 fue abandonado el acuerdo por el que la National Association of Biscuit Manufacturers fijaba el precio de las galletitas, y a principios de los años 60 cesaron los arreglos para fijar el precio de sus insumos clave y sus productos secundarios. Según los resultados de su investigación, tras estos acontecimientos la cantidad y la intensidad de las huelgas se deben haber incrementado en dicho sector.

Puede observarse que las contribuciones relevadas no aportan información respecto a datos de alta frecuencia, tales como datos semanales, y que poseen limitada información respecto al mercado argentino. Tampoco abordan la posibilidad de que exista una asociación estadística de muchas y diversas particularidades de los productos-marcas galletitas (como la composición, el peso o el tipo, entre otros) con el precio de las mismas.

La disponibilidad de datos semanales, una novedad para los autores estudiados, permitiría investigar si la estructura de mercado ejerce algún rol específico en la fijación de precios de galletitas a nivel semanal. También permitiría responder esa misma pregunta pero respecto de aquellos determinantes que se mencionan en el párrafo anterior. Usando datos de Argentina, las próximas secciones de este trabajo muestran qué patrones se pueden observar y qué rol puede ser percibido de diversos determinantes microeconómicos clásicos a esta frecuencia de datos específica, todo ello dentro del marco de una economía con inflación de moderada a alta (entre 20 y 50% de inflación interanual para el período de análisis) (Drenik & Pérez, 2020; Miranda-Zanetti et al., 2019).

A continuación, es desarrollada una serie de modelos econométricos para intentar observar qué regularidades emergen a nivel semanal en el mercado de galletitas en el contexto de una economía como la argentina.

### **3. Datos y estimaciones.**

Las variables explicadas que se utilizarán en el presente trabajo comprenden la evolución semanal de los precios de 273 variedades de paquetes de galletitas (DG) durante el período comprendido entre el

1/12/2015 y el 31/12/2018. Los datos fueron obtenidos a través del proyecto IPC Online (Uriarte et al., 2019) de relevamiento de precios a través de raspado de red en diversos supermercados con sucursal en Bahía Blanca (<https://ipconlinebb.wordpress.com/>). Los datos se relevaron semanalmente comprendiendo cada semana las fechas 1-7, 8-14, 15-21 y 22-28 de cada mes.

Los datos de variación de precios del agrupamiento de “Panificados” se exhiben en la Tabla 1. Se presentan la media, la mediana, el desvío estándar, el coeficiente de asimetría y la curtosis de las variaciones de los precios. Como se observa, los ítems con alzas más pronunciadas son “Pan francés tipo miñón” y “Alfajor”, seguido de “Galletitas de agua envasadas”. Obsérvese que la variabilidad semanal es alta comparada con su media, y esa misma variabilidad se puede observar en los coeficientes de asimetría y curtosis. En el primer caso, la mayoría de los valores muestran una distribución asimétrica positiva, con excepciones como “Galletitas dulces envasadas con relleno” impulsando al subgrupo “Galletitas dulces” hacia una distribución asimétrica negativa, es decir, la distribución de variaciones sesgada hacia valores más altos que la media aritmética. Mientras que en el segundo caso la curtosis asume valores positivos (distribuciones leptocúrticas), altamente concentrada en los valores de la media aritmética.

**Tabla 1. Estadística descriptiva de la variación de precios de los componentes del grupo Panificados.**

<b>Categoría</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Coefficiente de asimetría</b>	<b>Curtosis</b>
Productos de panificación	0,72%	0,28%	2,18%	3,18	19,52
Pan fresco	0,79%	0,00%	4,02%	3,01	20,76
Pan francés tipo miñón	1,11%	0,00%	6,50%	7,47	69,67
Pan francés tipo flauta	0,89%	0,00%	6,34%	3,47	42,72
Pan envasado	0,28%	0,00%	1,92%	0,75	7,23
Pan lacteado	-0,09%	0,00%	2,93%	-2,29	10,69
Pan de Viena	0,47%	0,00%	2,25%	0,88	7,53
Pan rallado	0,55%	0,00%	3,43%	0,99	6,32
Facturas	0,79%	0,00%	4,24%	6,66	55,39
Galletitas dulces *	0,67%	0,46%	1,83%	-1,07	9,38
Galletitas dulces envasadas con relleno *	0,78%	0,30%	3,63%	-4,00	43,22
Galletitas dulces envasadas sin relleno *	0,61%	0,00%	2,78%	0,59	10,29
Alfajor	1,10%	0,61%	1,75%	1,20	2,35
Otras galletas y galletitas *	0,65%	0,24%	1,87%	3,39	24,68
Galleta marinera *	0,53%	0,00%	2,54%	5,15	29,32
Galletitas de agua envasadas *	0,90%	0,30%	1,63%	1,74	5,48
Galletitas de harina integral *	0,53%	0,00%	5,19%	3,99	37,06
Vainillas	0,35%	0,00%	1,94%	3,86	22,96
Productos de pastelería	-0,05%	0,00%	3,14%	-9,36	101,98
Tarta dulce	-0,05%	0,00%	3,14%	-9,36	101,98

Nota: \* representan las categorías estudiadas en este trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la contribución de Martínez et al. (2002), cuyo experimento de sensibilidad respecto a diversas características de las galletitas crackers revela agrupamientos de consumidores en función de diversos atributos de las mismas (entre otros hallazgos), se hace necesario identificar si efectivamente estas características afectan a la evolución de precios, por lo que resulta importante distinguir las variedades de galletitas con el mayor detalle posible. El modo elegido para conseguir esta distinción consistió en agregar, a los datos descriptos, variables relativas a las características de cada producto-marca.

#### 4. Modelo econométrico y resultados.

Con la serie de precios de cada paquete de galletitas, definido por su tamaño, marca y características distintivas, se construyó un panel de datos. Para evaluar el efecto de diversos determinantes en la dinámica semanal de precios se propone un modelo econométrico general que tome en cuenta variables relevantes medidas en frecuencia semanal y, sobre todo, que permita responder las preguntas realizadas en las secciones anteriores:

$$P_{it} = f(VC_i, EX_t, ET_t, I_t)$$

Las variables dependientes ( $P_{it}$ ) representan la evolución de los precios de los 217 productos-marca de galletitas. De acuerdo al modelo general propuesto, dichas variables dependen de características propias de cada producto-marca ( $VC_i$ ), variables que representan al mercado cambiario ( $EX_t$ ), diversas variables de efecto temporal (semanal, mensual y anual) para capturar efectos estacionales ( $ET_t$ ) y finalmente la evolución del precio de los insumos ( $I_t$ ).

A continuación, se presenta una lista de las variables empleadas. Es importante advertir que no todas ellas fueron incluidas en todas las estimaciones.

##### Variable $P_{it}$

- Evolución semanal de los precios de los 273 productos-marcas de galletitas vendidas en góndola.

##### Variables $VC_i$

Estas variables proceden en su mayoría del ejercicio de *web scrapping*, y se caracterizan por carecer de variabilidad *within*. Esto último es muy importante, porque implica que se perderían ante una transformación de efectos fijos, y es más importante aún si se tiene en cuenta además que son las variables que previamente se mencionaban como de interés. Más adelante se volverá sobre esta cuestión.

- **IHH**: Índice de Herfindahl-Hirschman para cada empresa, formado por la cuota de mercado. Mediante la inclusión de esta variable se pretende controlar la variación de precios semanales de cada paquete de galletitas por diversas características relacionadas con el poder de mercado de la empresa productora.
- **Peso**: Peso del paquete que distingue también segmentos específicos de mercado.
- **Empresa**: Empresa productora de la galletita. Comprende las siguientes firmas: Arcor, Bagley, Gold Mundo, Granix, Great Value, Kapac, Lía, Mondelez, Okebón, Pepsi, Santa María, Tía Maruca, Valente, Veá, Otra.

- **Feature:** Si posee alguna característica particular que podría afectar el precio, como la presencia de chocolate, frutilla o semillas.
- **Type:** Crackers, de Agua, Integrales, Marineras, Obleas, Rellenas, Rosquitas, Secas, Tipo María.

#### Variables $EX_t$

Esta categoría incluye variables de control procedentes del mercado cambiario y diversas métricas de las series de cotización del dólar comprador y vendedor de la casa Pullman de Bahía Blanca. Las utilizadas en las estimaciones de este trabajo se listan a continuación.

- **Variación precio compra:** Variación porcentual semanal en el precio de compra del dólar.
- **Desvío estándar intrasemanal precio compra:** Indicador de volatilidad cambiaria.
- **Skewvc:** Coeficiente de asimetría de la variación en el precio de compra. Indicador de volatilidad cambiaria.

#### Variables $ET_t$

Este grupo abarca a todas aquellas variables binarias agregadas para capturar algún efecto temporal, cambio estructural o particularidad asociable a alguna semana (e.g. semanas que contengan días festivos):

- **Dummy semanal:** Binaria para semana 1, 2 y 3 de cada mes. Semana de referencia: semana 4 cada mes.
- **Dummy anual:** Binaria para cada año distinto del año de referencia. Año de referencia: 2016.

#### Variables $I_t$

Las variables de esta categoría son determinantes de la variación de precios incluidas en el análisis como precios de los insumos. Ante la carencia de datos semanales de precios mayoristas, se intentó aproximar a los precios de los insumos mediante la evolución de sus contrapartes minoristas, específicamente harina, huevos, leche y combustibles en datos semanales.

- **Harina de trigo:** Precio minorista de la harina de trigo como proxy de la evolución del precio mayorista.
- **Huevos:** Precio minorista de los huevos.
- **Leche fresca entera sachet:** Precio minorista de la leche fresca más económica.
- **Combustibles y lubricantes:** Precio minorista de los combustibles (nafta, gasoil, gnc).

La estadística descriptiva de las series de tiempo se presenta en el Apéndice al final del trabajo, primero de manera general y luego divide por efectos *within* y *between*. Es importante mencionar, por otra parte, el hecho de que como la mayoría de las variables son variaciones porcentuales de precios (tanto de las galletitas como de los insumos o controles) o variables indicativas (como sabores, empresa, etc.) las series resultaron estacionarias al realizar la prueba de raíz unitaria en paneles (xtunitroot) (Baltagi, 2012).

Fueron estimadas cinco versiones del modelo general presentado al principio de la sección. Cuatro de ellas fueron obtenidas mediante Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG), ajustando por la auto correlación entre cada panel (i.e. la inercia temporal del producto), y la correlación entre paneles



(la dependencia de movimientos de precios) (Greene, 2012). Lo que diferencia a cada una de las versiones respecto de las demás es el conjunto de variables explicativas seleccionadas, tal y como puede observarse en las Tablas 2 y 3.

La característica principal del panel que inclina la decisión a estimar por MCG es que, por un lado, es un panel largo (más de 140 observaciones de precio semanal) y, por otro lado, la gran mayoría de las variables de interés (i.e. características del producto) no varían en el tiempo, por lo que la transformación de efectos fijos las eliminaría de la regresión. Esto hace que, por un lado, sea poco fiable una estimación de corte transversal más clásica (*pooled, fixed* o *random*) debido al impacto de rezagos de las variables tanto dependientes como explicativas, mientras que debido a la gran cantidad de rezagos tampoco es viable un análisis de paneles dinámicos al estilo de Arellano y Bond (1991) o Blundell y Bond (1999), donde se instrumentan con diferencias y niveles de los rezagos, ya que la calidad de los instrumentos se ve comprometida si se instrumenta con todos los rezagos, y la elección de una cantidad de rezagos sería completamente ad-hoc (Greene, 2012).

En las regresiones se incluye el modelo de Efectos Aleatorios (EA) como control porque muchas variables desaparecen si se estima por Efectos Fijos (variables como sabor o empresa, entre otras, se anulan con la transformación). El Test de heterocedasticidad en paneles (Sosa-Escudero & Bera, 2008) indica la presencia de heterocedasticidad, validando la especificación MCG, y demostrando que sería inválido estimar por medio de un efecto aleatorio estándar. Por otro lado, no se incluyó la regresión de Efectos Fijos por lo mencionado anteriormente, debido a que la resultante no sería un modelo comparable, y el test F que podría resultar de comparar Efectos Fijos versus EA no sería informativo (Cameron & Trivedi, 2009).

Las Tablas 2 y 3, ya mencionadas, presentan los resultados de dichas estimaciones. La primera de ellas contiene los coeficientes de dos modelos estimados mediante MCG (el primero de los que no incluye el efecto de las variaciones en el precio de la harina de trigo, en tanto que el segundo sí) y los resultados de la estimación del modelo con EA. La Tabla 3, por su parte, exhibe los resultados de las otras dos estimaciones mediante MCG, que se diferencian respecto de las anteriores por un cambio en el año de referencia de las variables temporales y la implementación de otras medidas de volatilidad en el mercado cambiario. Como se mencionó anteriormente, las estimaciones incluidas en el trabajo son el resultado final de testear autocorrelación y heteroscedasticidad y ser las que mejor ajustan a los datos.

Antes de proceder a la lectura del análisis de los resultados, es importante mencionar que, salvo que se indique lo contrario, en todos los casos se ha analizado la significatividad de los coeficientes tomando un *p*-valor del 10%.

**Tabla 2. Estimaciones de modelos de datos de panel.**

	MCG (1)	MCG (2)	EA (3)
	$P_{it}$	$P_{it}$	$P_{it}$
<b>Variables</b>			
IHH	3.27e-07*** (4.42e-08)	3.29e-07*** (4.45e-08)	1.10e-07 (3.39e-07)
Peso	8.96e-05*** (3.13e-05)	9.48e-05*** (3.07e-05)	0.000189 (0.000255)
Empresa = 2, Bagley	-.000804*** (0.000125)	-.000770*** (0.000120)	-0.000976 (0.000936)
Empresa = 3, Gold Mundo	-0.00358*** (0.000331)	-0.00356*** (0.000326)	-0.00343 (0.00293)
Empresa = 4, Granix	-0.00178*** (0.000269)	-0.00180*** (0.000272)	-0.00210 (0.00157)
Empresa = 5, GreatValue	-0.00353***	-0.00348***	-0.00354*

	(0.000376)	(0.000374)	(0.00196)
Empresa = 6, Kapac	0	0	-0.00430*
	(0)	(0)	(0.00250)
Empresa = 7, Lía	-0.00270***	-0.00266***	-0.00273**
	(0.000106)	(0.000108)	(0.00133)
Empresa = 8, Mondelez	-0.000939***	-0.000908***	-0.000921
	(0.000154)	(0.000155)	(0.00103)
Empresa = 9, Okebón	-0.00325***	-0.00320***	-0.00287**
	(0.000292)	(0.000289)	(0.00138)
Empresa = 10, Otro	-0.00230***	-0.00228***	-0.00203
	(0.000163)	(0.000160)	(0.00135)
Empresa = 11, Pepsi	2.82e-05	6.07e-05	-0.00116
	(0.000180)	(0.000184)	(0.00154)
Empresa = 12, Santa María	-0.00351***	-0.00350***	-0.00351
	(0.000326)	(0.000322)	(0.00250)
Empresa = 13, Tía Maruca	0.000751	0.000758	-0.000533
	(0.000670)	(0.000667)	(0.00295)
Empresa = 14, Valente	-0.000396	-0.000391	3.56e-05
	(0.000298)	(0.000296)	(0.00304)
Empresa = 15, Vea	-0.00194*	-0.00218**	-0.00215
	(0.00105)	(0.00101)	(0.00301)
Feature = 2, frutilla	-0.00105***	-0.00107***	-0.00109
	(0.000182)	(0.000181)	(0.00111)
Feature = 3, otros	-0.000125	-0.000127	-0.000112
	(8.12e-05)	(8.25e-05)	(0.000715)
Feature = 4, semillas	-0.000512	-0.000448	-0.00125
	(0.000380)	(0.000371)	(0.00208)
Type = 2, De agua	0.00254***	0.00246***	0.00237
	(0.000211)	(0.000374)	(0.00240)
Type = 3, Integrales	-0.000488**	-0.000570	-0.000977
	(0.000212)	(0.000407)	(0.00254)
Type = 4, Marineras	8.05e-05	0	-0.000465
	(0.000457)	(0)	(0.00281)
Type = 5, Obleas	0.00880***	0.00882***	0.00336
	(0.000276)	(0.000413)	(0.00286)
Type = 6, Rellenas	0.000424**	0.000360	0.000211
	(0.000186)	(0.000385)	(0.00242)
Type = 7, Rosquitas	0	0	-0.00224
	(0)	(0)	(0.00368)
Type = 8, Secas	-0.000137	-0.000189	-0.000418
	(0.000273)	(0.000390)	(0.00247)
Type = 9, Tipo María	0	-3.07e-05	-0.000633
	(0)	(0.000449)	(0.00284)
Type = 10, Variedades	0	0	-0.00205
	(0)	(0)	(0.00315)
Variación precio compra	-0.0160***	-0.0138***	-0.0156***
	(8.36e-06)	(7.42e-06)	(0.00309)
Dummy semana 1	-0.00155***	-0.00139***	-0.00104*
	(1.42e-06)	(1.23e-06)	(0.000543)
Dummy semana 2	-0.00124***	-0.00122***	-0.00128**
	(1.45e-06)	(1.25e-06)	(0.000520)
Dummy semana 3	-0.00101***	-4.96e-05***	0.000511
	(1.34e-06)	(1.15e-06)	(0.000516)
ano2016	-0.0103***	-0.00991***	-0.0103***
	(4.23e-06)	(3.66e-06)	(0.00119)
ano2017	-0.0105***	-0.0102***	-0.0104***
	(4.25e-06)	(3.68e-06)	(0.00118)
ano2018	-0.00709***	-0.00685***	-0.00794***

	(4.23e-06)	(3.65e-06)	(0.00117)
Harina de trigo		-0.0211***	-0.0166**
		(1.86e-05)	(0.00756)
Huevos	0.0318***	0.0335***	0.0392***
	(1.60e-05)	(1.39e-05)	(0.00569)
Leche fresca entera sachet	0.0344***	0.0327***	0.0337***
	(1.61e-05)	(1.39e-05)	(0.00595)
Combustibles y lubricantes	0.0306***	0.0304***	0.0355***
	(1.40e-05)	(1.20e-05)	(0.00512)
Constante	0.0140***	0.0138***	0.0140***
	(0.000230)	(0.000405)	(0.00283)
Observaciones	40,404	40,404	40,404
Cantidad de producto-marca	273	273	273

Errores estándares entre paréntesis. || \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1  
Referencias: Empresa = Arcor; Feature = chocolate; Type = cracker; Dummy  
semana = 4; Año = 2015

Fuente: Elaboración propia.

La primera observación que se extrae al analizar la Tabla 2 es que los valores de los coeficientes asociados al IHH pueden suscitar algunas controversias. Los valores obtenidos mediante MCG, por un lado, son positivos y significativos, lo que sugiere que a un mayor nivel de concentración de la oferta en el mercado de galletitas le corresponde un mayor nivel de inflación en ese mismo sector. Sin embargo, la estimación del modelo con EA, por su parte, arroja un valor que no es significativo, lo que puede ser interpretado como un indicio de que en la industria de las galletitas no existe una relación entre la estructura de mercado y el nivel de inflación. La contradicción entre los resultados recuerda al debate del que participaron Yordon (1961), DePodwin y Selden (1963), Weiss (1966), Lustgarten (1975a, 1975b), Jones y Laudadio (1990), Zaleski (1992) y otros autores, quienes no consiguieron responder definitivamente cómo la estructura de los mercados condiciona a las tasas sectoriales de inflación.

Los valores estimados mediante MCG del coeficiente asociado a la variable que representa al peso de cada paquete de galletitas sugieren la existencia de una correlación positiva y significativa entre el nivel de inflación en el sector y el peso del paquete ofrecido. Esto significa que los precios de los paquetes de galletitas más pesados habrían subido en mayor medida que los precios de los más livianos. Sin embargo, la estimación del modelo con EA arroja un coeficiente que no es significativo estadísticamente, lo que sugiere que los paquetes no habrían experimentado diferentes tasas de inflación de acuerdo a su peso. La conclusión dependerá de cuál de las especificaciones usadas sea la más representativa del mercado que se quiere analizar.

Las estimaciones obtenidas mediante MCG sugieren también que Bagley, Gold Mundo, Granix, Great Value, Lía, Mondelez, Okebón, Santa María y las empresas más pequeñas tienden a subir los precios de sus productos en medida significativamente menor que el Grupo Arcor. Las obtenidas para el modelo con EA, en cambio, parecen sugerir que tal conclusión sólo es válida respecto de los productos ofrecidos por Great Value, Kapac (excluidos de las estimaciones mediante MCG), Lía y Okebón. Para el resto de las empresas, dichas estimaciones no arrojan coeficientes estadísticamente significativos, lo que sugiere que Arcor habría subido el precio de sus productos de manera similar a la mayoría de las empresas.

La estimación mediante MCG sugiere que los precios de las galletitas de frutilla son los únicos que parecen haber experimentado aumentos significativamente menores a los observados en los precios de las galletitas de chocolate (categoría base). La estimación del modelo con EA, en cambio, no presenta coeficientes significativos ni para las galletitas de frutilla ni para las de otros sabores, lo que puede interpretarse como un indicio de que no existe una conexión sistemática entre el sabor de las galletitas y los aumentos experimentados por sus precios. Una vez más la conclusión depende de cuál de las especificaciones sea la más adecuada.

De acuerdo a la primera estimación mediante MCG, las galletitas de agua, las obleas y las rellenas parecen haber experimentado aumentos de precios en mayor medida que las crackers (categoría base). Los precios de las galletitas integrales, por otra parte, muestran una tendencia a haberse incrementado en menor medida que los precios de los productos del ya mencionado grupo de referencia. Sin embargo, los resultados de la segunda estimación realizada mediante MCG, a diferencia de los resultados de la primera, sugieren que las galletitas rellenas y las integrales no han experimentado aumentos de precios significativamente distintos a los observados en las galletitas de tipo crackers. La estimación con EA, por su parte, ni siquiera parece sugerir que el tipo de las galletitas sea una variable relevante a la hora de describir en qué medida aumentaron sus precios durante el período considerado.

Las variaciones en el tipo de cambio parecen guardar una relación inversa con las variaciones en los precios de los paquetes de galletitas, es decir, parece que cuanto más se acelera la variación del tipo de cambio menor es el aumento en los precios de las galletitas. Ello podría deberse a una baja transmisión del tipo de cambio al precio del bien final, evento detectado por mucha literatura económica de *Exchange Rate Pass-Through* (ERPT), con la consiguiente reducción en el *mark-up* de las firmas (Delatte & López-Villavicencio, 2012).

Los valores estimados para los coeficientes asociados a las variables dicotómicas semanales son negativos. Esto parece mostrar en los precios de las galletitas una tendencia a aumentar en mayor medida durante la cuarta semana de cada mes (categoría base). Sin embargo, debe advertirse que la estimación con EA arroja para la variable de la tercera semana un coeficiente muy pequeño, el cual no resulta significativo si se toma un *p*-valor menor o igual al 10%. Quizá los aumentos que se practican en la cuarta semana no sean en realidad cuantitativamente muy diferentes de los que se llevan a cabo en la tercera.

Las variables dicotómicas anuales también parecen ser significativas. Todas están asociadas a coeficientes cuyos valores estimados son negativos, lo que sugiere que en el 2015 (año asociado a la variable dicotómica omitida) se produjeron mayores aumentos de precios que en el resto del período considerado.

El coeficiente asociado a las variaciones en el precio de la harina de trigo llama la atención. Como este bien es un insumo para la producción de galletitas, se esperaba observar una relación positiva entre las variaciones porcentuales de su precio y las variaciones porcentuales de los precios de las galletitas. Sin embargo, la segunda estimación mediante MCG y la del modelo con EA arrojan coeficientes de signo negativo. Este resultado implicaría que la inflación de las galletitas disminuye a medida que aumenta la inflación de la harina, lo que debe ser explicado de alguna forma. Quizás la forma de modelizar (con datos de panel) o la ausencia de rezagos en la modelización hayan afectado a la forma de capturar la relación entre la variación del costo del insumo y la variación del precio del bien. Asimismo, se debe recordar que se utilizó el precio minorista y no su contraparte mayorista, siendo esta última otra posible explicación al fenómeno. Puede ocurrir, por ejemplo, que el mercado mayorista al abastecer a los productores desabastezca a los consumidores, lo que provocaría que un exceso de oferta mayorista (precio bajo) determina una escasez de oferta en el mercado minorista (precio alto), el cual es el dato procesado aquí. Entonces, bajo este supuesto, un aumento en los precios observados en el mercado minorista podría tener un correlato de precios a la baja en el mercado mayorista, que es efectivamente el insumo del sector.

Por otra parte, los coeficientes que relacionan las variaciones porcentuales de los precios de otros insumos, como los huevos, la leche y los combustibles, con las de los precios de las galletitas registran valores positivos. Estos resultados sí coinciden con los esperados.

En la Tabla 3, por su parte, se reestima el modelo tomando al 2016 como año de referencia, cambio que se realizó considerando que el 2015 no está completo, es decir, que las observaciones utilizadas no cubren todas las semanas de este último año. La tabla en cuestión presenta dos estimaciones con MCG, en la primera de las cuales se ha sustituido la variable que captaba la variación semanal en el precio de compra del dólar por una variable que capta el desvío estándar intrasemanal de

dicho precio, en tanto que en la segunda se ha sustituido la misma variable por el coeficiente de asimetría del precio de compra del dólar.

**Tabla 3. Estimaciones de modelos de datos de panel (continuación).**

Variables	MCG (4)	MCG (5)
	$P_{it}$	$P_{it}$
IHH	5.94e-08 (3.51e-07)	5.94e-08 (3.51e-07)
Peso	0.000139 (0.000265)	0.000139 (0.000265)
Empresa = 2, Bagley	-0.000583 (0.000970)	-0.000583 (0.000970)
Empresa = 3, Gold Mundo	-0.00296 (0.00304)	-0.00296 (0.00304)
Empresa = 4, Granix	-0.00145 (0.00162)	-0.00145 (0.00162)
Empresa = 5, GreatValue	-0.00297 (0.00203)	-0.00297 (0.00203)
Empresa = 6, Kapac	-0.00378 (0.00259)	-0.00378 (0.00259)
Empresa = 7, Lía	-0.00254* (0.00138)	-0.00254* (0.00138)
Empresa = 8, Mondelez	-0.00102 (0.00106)	-0.00102 (0.00106)
Empresa = 9, Okebón	-0.00226 (0.00143)	-0.00226 (0.00143)
Empresa = 10, Otro	-0.00158 (0.00140)	-0.00158 (0.00140)
Empresa = 11, Pepsi	-0.000714 (0.00160)	-0.000714 (0.00160)
Empresa = 12, Santa María	-0.00297 (0.00259)	-0.00297 (0.00259)
Empresa = 13, Tía Maruca	6.58e-05 (0.00306)	6.58e-05 (0.00306)
Empresa = 14, Valente	0.000734 (0.00315)	0.000734 (0.00315)
Empresa = 15, Vea	-0.00169 (0.00312)	-0.00169 (0.00312)
Feature = 2, frutilla	-0.00117 (0.00115)	-0.00117 (0.00115)
Feature = 3, otros	-0.000113 (0.000741)	-0.000113 (0.000741)
Feature = 4, semillas	-0.00123 (0.00215)	-0.00123 (0.00215)
Type = 2, De agua	0.00215 (0.00249)	0.00215 (0.00249)
Type = 3, Integrales	-0.000847 (0.00264)	-0.000847 (0.00264)
Type = 4, Marineras	-0.000467 (0.00291)	-0.000467 (0.00291)
Type = 5, Obleas	0.00361 (0.00297)	0.00361 (0.00297)
Type = 6, Rellenas	0.000223 (0.00251)	0.000223 (0.00251)
Type = 7, Rosquitas	-0.00273	-0.00273

	(0.00382)	(0.00382)
Type = 8, Secas	-0.000573	-0.000573
	(0.00256)	(0.00256)
Type = 9, Tipo María	-0.000467	-0.000467
	(0.00294)	(0.00294)
Type = 10, Variedades	-0.00289	-0.00289
	(0.00327)	(0.00327)
Desvío estándar intrasemanal precio compra	0.00494***	
	(0.000990)	
Dummy semana 1	-0.00179***	-0.00189***
	(0.000549)	(0.000549)
Dummy semana 2	-0.00172***	-0.00144***
	(0.000522)	(0.000524)
Dummy semana 3	0.000632	0.000287
	(0.000523)	(0.000523)
ano2017	-0.000143	-0.000368
	(0.000456)	(0.000458)
ano2018	0.000567	0.00154***
	(0.000535)	(0.000467)
Harina de trigo	-0.0211***	-0.0236***
	(0.00733)	(0.00728)
Huevos	0.0431***	0.0456***
	(0.00569)	(0.00575)
Leche fresca entera sachet	0.0349***	0.0326***
	(0.00593)	(0.00595)
Combustibles y lubricantes	0.0361***	0.0372***
	(0.00512)	(0.00511)
Skewvc		0.000735***
		(0.000152)
Constante	0.00377	0.00399
	(0.00270)	(0.00270)
Observaciones	39,312	39,312
Cantidad de producto-marca	273	273

Errores estándares entre paréntesis. || \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Referencias: Empresa = Arcor; Feature = chocolate; Type = cracker; Dummy semana = 4; Año = 2016

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados cambian, sobre todo los referidos a la significatividad de los coeficientes. En primer lugar, se observa que algunos efectos que parecían significativos ahora no lo son. Por ejemplo, estas nuevas estimaciones sugieren que el grado de concentración de la oferta, el peso del paquete, el sabor y el tipo de las galletitas no estarían correlacionados con las variaciones experimentadas por sus precios, conclusión que contrasta abruptamente con la sugerida por los resultados de las dos primeras estimaciones realizadas mediante MCG, aunque coincide con la obtenida al analizar los resultados de la estimación con EA.

De acuerdo a estos nuevos resultados, las empresas tampoco habrían implementado variaciones de precios significativamente distintas a las practicadas por Arcor (categoría base), a excepción de Lía, que parece haber aumentado sus precios en menor medida que la empresa de referencia. Esto difiere de los resultados obtenidos en las tres primeras estimaciones, las cuales sugieren que otros oferentes también habrían optado por adoptar la misma conducta, es decir, implementar aumentos de precios cuantitativamente menores a los practicados por la empresa de referencia.

El efecto de la desviación estándar intrasemanal del precio de compra del dólar es estadísticamente significativo y positivo. Lo mismo puede decirse del efecto asociado al coeficiente de asimetría del precio de compra de la divisa. Estos resultados sugieren que a un mayor nivel de

volatilidad en el mercado cambiario parece corresponderle una menor reducción en los precios de las galletitas o un mayor aumento en los mismos.

El análisis de los coeficientes que acompañan a las variables dicotómicas semanales conduce a los mismos resultados que los obtenidos mediante la estimación EA: sólo son significativos los efectos asociados a las dos primeras semanas, y los coeficientes que los representan son negativos, lo que se interpreta como que en las dos primeras semanas de cada mes se suelen observar variaciones de precios menores a las que se observan en la cuarta semana de cada mes.

Por otra parte, la única variable anual significativa en la Tabla 3 es la correspondiente al año 2018 en el modelo que usa el coeficiente de asimetría del precio del dólar como proxy de la volatilidad cambiaria. Este resultado sugiere que los precios de las galletitas generalmente aumentaron mucho más durante el 2018 que durante el 2016, lo que no es comparable con los resultados de las tres primeras estimaciones debido al cambio de año base.

Los efectos de las variaciones en los precios de los insumos identificados, de acuerdo a las últimas dos estimaciones, son estadísticamente significativos. Este resultado no contradice a los observados en la Tabla 2. Los signos de los coeficientes estimados también coinciden, suscitando una vez más la pregunta de cómo explicar la relación negativa entre las variaciones en el precio de la harina y las de los precios de las galletitas. Esta pregunta quedará abierta, dejando como posibles respuestas las sugeridas al analizar los coeficientes de la Tabla 2.

La primera conclusión importante que surge de este análisis es que los resultados varían según qué método de estimación se haya empleado. Por un lado, las primeras dos estimaciones realizadas mediante MCG sugieren que la tasa a la cual varían los precios de las galletitas debe estar ligada, de algún modo u otro, a prácticamente todos los factores considerados: el grado de concentración de la oferta, el peso de los paquetes, la empresa oferente, el sabor del producto, el tipo de galletitas, el tipo de cambio, el número de semana, el año y los precios de los insumos. Por otro lado, la estimación realizada con EA sugiere que deben tenerse en cuenta todos los factores mencionados excepto el grado de concentración de la oferta, el peso de los paquetes, el sabor y el tipo de las galletitas. La penúltima estimación con MCG sugiere tener en cuenta sólo la volatilidad del mercado cambiario, el número de semana y los precios de los insumos, con el matiz de que hay una empresa que estaría subiendo los precios en menor medida. Finalmente, de la última estimación se desprende la misma sugerencia, pero con el agregado de que también debería considerarse el año de cada observación como variable explicativa.

## **5. Conclusiones.**

Este trabajo presenta evidencia de la relación entre la evolución de precios semanal de paquetes de galletitas con diversos determinantes a través de un modelo de datos de panel. Se encuentra que el tamaño de mercado muestra una asociación estadística significativa con las tasas de variación de precios más altas, así como también que las galletitas con composición basada en chocolate aumentaron más aceleradamente de precios. En ese sentido, las galletitas de agua, las obleas y las rellenas han aumentado más aceleradamente que los precios de las crackers en el mercado argentino.

Asimismo, se observa un efecto semanal que destaca que las alzas de la cuarta semana son mayores que las semanas precedentes mientras que, en términos de efectos anuales, el 2015 se perfila como un período con grandes alzas.

En términos de insumos, se ha tomado como proxies la variación de los precios minoristas de huevos, leche y combustibles los cuales mantienen los signos esperados, contrario a lo que sucede con la harina de trigo. Esto último podría deberse a una estructura particular de la oferta de la harina dentro

del mercado interno que disocie el precio de la harina mayorista de su contraparte minorista, siendo esta última el dato tomado para la estimación. Los otros insumos presentan los signos esperados.

Dentro del mercado cambiario, un indicador de inestabilidad del mismo (el coeficiente de asimetría de las variaciones del precio de compra del dólar) está asociado positivamente con las variaciones de precios de las galletitas en uno de los modelos estimados. Todos estos resultados muestran en definitiva que la fijación de precios semana a semana en esta categoría de productos es ágil: los productores responden rápidamente al contexto del mercado en el muy corto plazo. La inestabilidad macroeconómica del período sin dudas ha jugado un rol.

Como trabajo a futuro se pretende explorar la causalidad colapsando por marcas y por rango de peso de paquetes, para ver comportamientos oligopólicos. En ese sentido, serán exploradas en profundidad las interrelaciones entre productos de distintas marcas, así como entre productos de la misma marca que compitan por los mismos segmentos de un mercado.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Grupo de Investigación 24/E159 de la Universidad Nacional del Sur.

## Referencias

- Anders, S., & Ahmad, W. (2011, agosto). *Private label and national brand pricing and promotional strategies in health differentiated product categories: Canadian evidence*. EAAE 2011 Congress: Change and Uncertainty, ETH Zurich. Zurich, Suiza.
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277-97. DOI: 10.2307/2297968.
- Baltagi, B. H. (2012). *Econometric Analysis of Panel Data*. New York: Wiley & Sons.
- Beets, M.W., Weaver, R.G., Tilley, F., Turner-McGrievy, G., Huberty, J., Ward, D. S., & Freedman, D. A. (2015). Salty or sweet? Nutritional quality, consumption, and cost of snacks served in afterschool programs. *Journal of School Health*, 85(2), 118-124. DOI: 10.1111/josh.12224.
- Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 87(1), 115-143. DOI: 10.1016/S0304-4076(98)00009-8.
- Borg, E.A. (2013). Interpreting Brand Development as Entrepreneurship - The Role of Brand Strategies. *GSTF Journal on Business Review* (GBR), 2 (4). DOI: 10.5176/2010-4804\_2.4.266
- Burns, C., Cook, K., & Mavoa, H. (2013). Role of expendable income and price in food choice by low income families. *Appetite*, 71, 209-217. DOI: 10.1016/j.appet.2013.08.018.
- Byrd-Bredbenner, C., Johnson, M., Quick, V.M., Walsh, J., Greene, G.W., Hoerr, S., Colby, S.M., Kattelman, K.K., Phillips, B.W., Kidd, T., & Horacek, T.M. (2012). Sweet and salty: An assessment of the snacks and beverages sold in vending machines on US post-secondary institution campuses. *Appetite* 58, 1143-1151. DOI: 10.1016/j.appet.2012.02.055.



- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (2009). *Microeconometrics using Stata*. Volumen 5. College Station, TX: Stata press.
- Cavallo, A. (2013). Online and official price indexes: Measuring Argentina's inflation. *Journal of Monetary Economics*, 60(2), 152-165. DOI: 10.2139/ssrn.1906704.
- Chadwick, M., & Bastan, M. (2017). News impact for Turkish food prices. *Central Bank Review*, 17(2), 55-76. DOI: 10.1016/j.cbrev.2017.05.001.
- Coloma, G. (2007). The Arcor/Bagley merger and the Argentine biscuit market: Price increases vs. cost reductions". *The Icfai Journal of Mergers & Acquisitions*, 4 (2), 14-28.
- Clarín (2011, 13, 11). *El consumo de galletitas está entre los más altos del mundo*. Descargado el 16/07/2018 de [https://www.clarin.com/empresas\\_y\\_negocios/consumo-galletitas-altos-mundo\\_0\\_H1nlt25hwmg.html](https://www.clarin.com/empresas_y_negocios/consumo-galletitas-altos-mundo_0_H1nlt25hwmg.html)
- Delatte, A.-L., & López-Villavicencio, A. (2012). Asymmetric exchange rate pass-through: Evidence from major countries. *Journal of Macroeconomics*, 34(3), 833-844. DOI: 10.1016/j.jmacro.2012.03.003.
- Depodwin, H.J., & Selden, R.T. (1963). Business pricing policies and inflation. *Journal of Political Economy*, 71(2), 116-127. DOI: 10.1086/258748.
- Drenik, A., & Perez, D.J. (2020). Price setting under uncertainty about inflation. *Journal of Monetary Economics*, 116, 23-38. DOI: 10.1016/j.jmoneco.2019.10.004.
- French, M. (2017). Modernity in British advertising: selling cocoa and chocolate in the 1930s. *Journal of Historical Research in Marketing*, 9(4), 451-466. DOI: 10.1108/JHRM-05-2017-0015.
- Greene, W. H. (2012). *Econometric Analysis*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- IRI (2018). *How America eats: 2018 state of the snack food industry*. Descargado de [https://www.iriworldwide.com/IRI/media/Library/2018-State-of-the-Snack-Food-Industry\\_03\\_27\\_18\\_Webinar\\_F.pdf](https://www.iriworldwide.com/IRI/media/Library/2018-State-of-the-Snack-Food-Industry_03_27_18_Webinar_F.pdf)
- Hisano, A. (2017). Cellophane, the new visuality, and the creation of self-service food retailing. *Harvard Business School Working Paper* No. 17-106. DOI: 10.2139/ssrn.2973544.
- Jones, J.C.H., & Laudadio, L. (1990). Price rigidity, inflation and market concentration: Some Canadian evidence from the 1970s. *Applied Economics*, 22(12), 1625-1634. DOI: 10.1080/00036849000000069.
- Lustgarten, S. (1975a). *Industrial concentration and inflation*. Washington, DC: American Enterprise Institute.
- Lustgarten, S. (1975b). Administered inflation: A reappraisal. *Economic Inquiry*, 13(2), 191-206. DOI: 10.1111/j.1465-7295.1975.tb00987.x.
- Machado, P.P., Claro, R.M., Canella, D.S., Sarti, F.M., & Levy, R.B. (2017). Price and convenience: The influence of supermarkets on consumption of ultra-processed foods and beverages in Brazil. *Appetite*, 116(1), 381-388. DOI: 10.1016/j.appet.2017.05.027.
- Martínez, C., Santa Cruz, M.J., Hough, G., & Vega, M.J. (2002). Preference mapping of cracker type biscuits. *Food Quality and Preference*, 13(7-8), 535-544. DOI: 10.1016/S0950-3293(02)00087-3.

- Mehra, P. (2017). Fast moving consumer goods (FMCG) industry in India and its key approaches. *International Journal of Engineering Technology Science and Research*, 4(8), 575-580.
- Miranda-Zanetti, M., Delbianco, F., & Tohmé, F. (2019). Tampering with inflation data: A Benford law-based analysis of national statistics in Argentina. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 525, 761-770. DOI: 10.1016/j.physa.2019.04.042.
- Nandeshwar, N.S., Ganvir, B.N., Suryawanshi, S.N., & Bagade, N.T. (2017). Value addition in wheat – biscuit, buns, toast. *International Research Journal of Agricultural Economics and Statistics*, 8(1), 112-116. DOI: 10.15740/has/irjaes/8.1/112-116.
- O'Donnell, C.J., Griffith, G.R., Nightingale, J.J., & Piggott, R.R. (2007). Testing for market power in the Australian grains and oilseeds industries. *Agribusiness*, 23(3), 349-376. DOI: 10.1002/agr.20128.
- Perekhozhuk, O., Grings, M., Teuber, R., & Glauben, T. (2016). Approaches and methods for the econometric analysis of market power: A survey and empirical comparison. *Journal of Economic Surveys*, 31(1), 303-325. DOI: 10.1111/joes.12141.
- Rai, B.S., Shukla, S., Kishor, K., Singh, H., & Dey, S. (2017). Studies on cost of production for value added prepared mixed flour biscuit. *International Journal of Chemical Studies*, 5(4), 1904-1905. Descargado de <http://www.chemijournal.com/archives/?year=2017&vol=5&issue=4&ArticleId=899>
- Ramli, N.S. (2017). A review of marketing strategies from the European Chocolate Industry. *Journal of Global Entrepreneurship Research*, 7(10), 1-17. DOI: 10.1186/s40497-017-0068-0.
- Santlofer, J. (2007). Hard as the hubs of Hell. *Food, Culture & Society*, 10(2), 191-209. DOI: 10.2752/155280107X211412.
- Sosa-Escudero, W., & Bera, A. K. (2008). Tests for unbalanced error-components models under local misspecification. *The Stata Journal*, 8(1), 68-78. DOI: 10.1177/1536867X0800800105.
- Symeonidis, G. (2017). Does product market competition increase strike activity? Evidence from the UK. *European Economic Review*, 97, 42-56. DOI: 10.1016/j.euroecorev.2017.05.008.
- Tweede, D. (2012). The birth of modern packaging. *Journal of Historical Research in Marketing*, 4(2), 245-272. DOI 10.1108/17557501211224449.
- Uriarte, J.I., González Ramírez Muñoz de Toro, G.R., & Larrosa, J.M.C. (2019). Web scraping based online consumer price index: the 'IPC Online' case. *Journal of Economic and Social Measurement*, 44(2-3), 141-159. DOI: 10.3233/JEM-190464.
- Vergura, D. T., & Luceri, B. (2017). Product packaging and consumers' emotional response. Does spatial representation influence product evaluation and choice? *Journal of Consumer Marketing*, 35(2), 218-227. DOI: 10.1108/JCM-12-2016-2021.
- Weiss, L.W. (1966). Business pricing policies and inflation reconsidered. *Journal of Political Economy*, 74(2), 177-187. DOI: 10.1086/259134.
- Williams, R.L., & Williams, H.A. (2017). *Vintage marketing differentiation: The origins of marketing and branding strategies*. New York: Palgrave Macmillan. DOI 10.1057/978-1-137-38721-9.
- Wilson, N.L.W. (2011). How the cookie crumbles: A case study of gluten-free cookies and random utility. *American Journal of Agricultural Economics*, 94(2), 576-582. DOI: 10.1093/ajae/aar081.

Yang, F., Bekkers, E., Brockmeier, M., & Francois, J. (2015). Food price pass-through and the role of domestic margin services. *Journal of Agricultural Economics*, 66(3), 796-811. DOI: 10.1111/1477-9552.12110.

Yordon, W. J. (1961). Industrial concentration and price flexibility in inflation: Price response rates in fourteen industries, 1947-1958. *The Review of Economics and Statistics*, 43(3), 287-294. DOI: 10.2307/1927292.

Zaleski, P. A. (1992). Industry concentration and the transmission of cost-push inflation: Evidence from the 1974 OPEC oil crisis. *Journal of Economics and Business*, 44 (2), 135-141. DOI: 10.1016/0148-6195(92)90012-Y.

## Apéndice

**Tabla 4. Estadística descriptiva de las variables.**

Variable	Desvío		Asimetría	Curtosis	Máximo	Mínimo	Moda	Mediana
	Media	Estándar						
producto/marca1	0,52%	2,46%	5,01	27,42	18,69%	-2,62%	0,00%	0,00%
producto/marca2	0,05%	0,67%	12,17	148,00	8,11%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca3	0,05%	0,67%	12,17	148,00	8,11%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca4	0,07%	0,89%	12,17	148,00	10,81%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca5	0,19%	2,00%	4,41	38,43	15,16%	-10,12%	0,00%	0,00%
producto/marca6	0,24%	2,08%	8,58	73,06	19,19%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca7	0,06%	0,68%	12,17	148,00	8,22%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca8	0,38%	2,20%	6,29	41,82	18,24%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca9	0,00%	0,00%			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca10	0,06%	0,68%	12,17	148,00	8,22%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca11	0,06%	0,68%	12,17	148,00	8,22%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca12	0,06%	0,75%	12,17	148,00	9,12%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca13	0,32%	3,94%	3,15	57,37	35,52%	-26,21%	0,00%	0,00%
producto/marca14	0,06%	0,73%	12,17	148,00	8,93%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca15	0,25%	1,54%	6,25	39,06	12,03%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca16	0,03%	0,41%	12,17	148,00	4,95%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca17	0,03%	0,40%	12,17	148,00	4,89%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca18	0,38%	3,60%	11,36	133,71	42,86%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca19	0,09%	1,07%	12,17	148,00	12,99%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca20	0,20%	1,72%	8,57	72,64	15,77%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca21	0,72%	5,09%	8,67	82,82	53,41%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca22	0,58%	5,52%	5,60	49,29	42,86%	-25,00%	0,00%	0,00%
producto/marca23	0,21%	1,24%	5,90	33,33	7,83%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca24	1,56%	7,53%	4,24	23,76	48,15%	-25,03%	0,00%	0,00%
producto/marca25	0,06%	0,71%	12,17	148,00	8,68%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca26	0,05%	0,62%	12,17	148,00	7,52%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca27	0,08%	0,96%	12,17	148,00	11,67%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca28	0,05%	0,44%	8,51	71,44	3,77%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca29	0,06%	0,71%	12,17	148,00	8,68%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca30	0,08%	0,96%	12,17	148,00	11,67%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca31	0,05%	0,63%	12,17	148,00	7,69%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca32	0,05%	0,62%	12,17	148,00	7,59%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca33	-0,12%	5,08%	1,32	50,23	42,84%	-29,99%	0,00%	0,00%
producto/marca34	0,74%	6,66%	5,86	54,52	59,56%	-29,97%	0,00%	0,00%
producto/marca35	0,05%	0,63%	12,17	148,00	7,69%	0,00%	0,00%	0,00%

producto/marca36	0,68%	8,39%	2,15	17,41	59,11%	-27,39%	0,00%	0,00%
producto/marca37	0,69%	3,83%	2,18	31,90	29,44%	-22,74%	0,00%	0,00%
producto/marca38	0,59%	3,70%	2,28	36,72	29,44%	-22,74%	0,00%	0,00%
producto/marca39	0,61%	3,70%	2,26	36,51	29,44%	-22,74%	0,00%	0,00%
producto/marca40	1,05%	8,31%	4,11	49,30	75,65%	-43,07%	0,00%	0,00%
producto/marca41	0,07%	0,84%	12,17	148,00	10,27%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca42	0,55%	4,05%	10,59	120,49	47,08%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca43	0,05%	0,59%	12,17	148,00	7,14%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca44	0,03%	0,42%	12,17	148,00	5,07%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca45	0,53%	5,42%	1,79	18,07	32,07%	-24,28%	0,00%	0,00%
producto/marca46	0,64%	3,79%	2,08	17,77	23,12%	-18,78%	0,00%	0,00%
producto/marca47	0,57%	5,41%	2,33	20,17	32,45%	-23,73%	0,00%	0,00%
producto/marca48	0,29%	1,34%	4,95	24,43	8,35%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca49	-0,21%	4,72%	-1,28	15,25	24,22%	-24,28%	0,00%	0,00%
producto/marca50	0,41%	3,12%	2,11	39,44	25,13%	-20,08%	0,00%	0,00%
producto/marca51	0,51%	2,00%	4,23	18,36	13,43%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca52	0,00%	0,00%			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca53	0,10%	1,17%	12,17	148,00	14,29%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca54	0,15%	1,09%	7,20	52,16	9,38%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca55	0,81%	5,91%	8,25	70,21	56,25%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca56	1,15%	6,89%	4,49	26,93	42,86%	-24,42%	0,00%	0,00%
producto/marca57	0,89%	6,79%	8,95	83,77	70,07%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca58	0,05%	0,60%	12,17	148,00	7,29%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca59	0,10%	1,17%	12,17	148,00	14,29%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca60	0,31%	4,71%	2,61	17,23	28,57%	-15,28%	0,00%	0,00%
producto/marca61	0,23%	1,85%	9,40	95,92	20,22%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca62	0,19%	1,17%	5,94	33,94	7,69%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca63	0,05%	0,61%	12,17	148,00	7,43%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca64	0,42%	6,15%	2,82	29,83	45,48%	-31,26%	0,00%	0,00%
producto/marca65	0,15%	1,07%	7,73	61,04	8,88%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca66	0,61%	5,67%	4,56	43,52	42,86%	-29,26%	0,00%	0,00%
producto/marca67	0,70%	5,06%	8,04	65,44	42,86%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca68	0,45%	3,69%	10,66	120,94	42,86%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca69	0,24%	1,47%	6,07	36,03	10,67%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca70	0,45%	2,39%	3,62	19,70	15,50%	-9,05%	0,00%	0,00%
producto/marca71	0,50%	2,39%	3,45	18,34	15,94%	-8,90%	0,00%	0,00%
producto/marca72	0,65%	2,64%	3,08	14,54	15,87%	-9,47%	0,00%	0,00%
producto/marca73	0,98%	5,71%	1,30	10,73	33,49%	-24,91%	0,00%	0,00%
producto/marca74	0,66%	4,88%	-0,46	11,32	20,05%	-27,04%	0,00%	0,00%
producto/marca75	0,55%	2,27%	4,78	24,04	16,06%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca76	0,16%	1,07%	7,33	55,35	8,71%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca77	0,21%	1,47%	7,00	48,33	11,80%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca78	0,28%	1,51%	6,52	44,83	11,99%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca79	0,67%	5,91%	2,63	18,82	40,75%	-21,63%	0,00%	0,00%
producto/marca80	0,46%	3,88%	3,26	43,69	33,20%	-22,69%	0,00%	0,00%
producto/marca81	0,27%	1,52%	5,76	32,07	9,75%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca82	0,18%	1,38%	5,54	36,02	9,47%	-4,41%	0,00%	0,00%
producto/marca84	0,12%	4,14%	1,74	44,18	34,07%	-25,41%	0,00%	0,00%
producto/marca85	0,08%	0,91%	12,17	148,00	11,11%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca86	0,10%	1,17%	12,17	148,00	14,29%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca88	0,12%	1,44%	12,17	148,00	17,50%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca89	0,83%	1,82%	-0,96	8,75	7,16%	-9,92%	3,22%	0,61%
producto/marca90	0,20%	1,40%	7,82	64,50	13,42%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca91	0,72%	6,31%	1,06	5,92	25,08%	-17,52%	0,00%	0,00%
producto/marca92	0,43%	6,39%	4,65	38,47	52,66%	-19,35%	0,00%	0,00%
producto/marca93	0,62%	4,15%	4,60	41,61	36,00%	-19,09%	0,00%	0,00%
producto/marca94	0,36%	1,90%	3,64	18,16	10,06%	-6,90%	0,00%	0,00%
producto/marca97	1,01%	6,93%	0,86	6,10	27,91%	-21,82%	0,00%	0,00%
producto/marca98	1,11%	4,53%	5,72	39,96	39,90%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca99	0,35%	1,56%	4,85	23,76	9,80%	0,00%	0,00%	0,00%

producto/marca100	0,61%	5,40%	7,97	85,09	57,49%	-10,74%	0,00%	0,00%
producto/marca101	0,33%	1,80%	5,57	30,79	13,07%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca102	0,26%	4,51%	2,55	20,87	27,73%	-16,98%	0,00%	0,00%
producto/marca103	-0,20%	2,47%	-12,17	148,00	0,00%	-30,00%	0,00%	0,00%
producto/marca104	0,27%	8,51%	0,89	11,29	41,48%	-30,00%	0,00%	0,00%
producto/marca105	0,70%	3,53%	1,80	8,49	14,09%	-12,35%	0,00%	0,00%
producto/marca106	0,11%	0,70%	6,52	43,27	5,59%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca107	0,16%	1,35%	8,85	79,47	13,42%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca108	0,81%	6,30%	1,45	6,98	26,65%	-17,52%	0,00%	0,00%
producto/marca109	0,23%	1,29%	6,03	36,15	9,56%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca110	0,44%	4,96%	0,62	8,34	18,38%	-21,79%	0,00%	0,00%
producto/marca111	-0,67%	4,34%	-3,28	18,49	15,68%	-24,88%	0,00%	0,00%
producto/marca112	-0,20%	4,32%	-2,08	47,80	30,57%	-30,10%	0,00%	0,00%
producto/marca113	-0,27%	4,05%	-0,17	40,09	30,57%	-25,67%	0,00%	0,00%
producto/marca114	-0,57%	7,01%	-0,03	19,52	43,06%	-30,10%	0,00%	0,00%
producto/marca115	-0,15%	6,21%	1,11	27,68	43,06%	-30,10%	0,00%	0,00%
producto/marca116	0,21%	1,00%	4,87	24,42	7,18%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca117	0,00%	0,00%			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca118	0,28%	3,00%	7,99	88,76	32,16%	-9,13%	0,00%	0,00%
producto/marca119	-0,41%	6,02%	-2,52	23,66	32,16%	-35,74%	0,00%	0,00%
producto/marca120	0,15%	5,66%	1,62	40,79	45,38%	-31,21%	0,00%	0,00%
producto/marca121	0,15%	7,14%	0,36	10,29	31,82%	-25,73%	0,00%	0,00%
producto/marca122	0,33%	5,80%	1,56	20,45	31,82%	-25,47%	0,00%	0,00%
producto/marca123	-0,06%	4,14%	0,75	50,36	34,17%	-25,47%	0,00%	0,00%
producto/marca124	-0,38%	5,02%	-2,25	29,09	30,57%	-30,10%	0,00%	0,00%
producto/marca125	0,21%	3,72%	2,38	49,82	32,16%	-24,33%	0,00%	0,00%
producto/marca126	0,21%	3,72%	2,38	49,82	32,16%	-24,33%	0,00%	0,00%
producto/marca127	0,96%	6,52%	2,82	17,52	34,77%	-25,29%	0,00%	0,00%
producto/marca128	0,29%	1,37%	4,90	23,70	8,38%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca129	0,15%	1,07%	7,08	49,79	8,89%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca130	0,33%	1,46%	4,51	19,72	8,38%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca131	0,18%	1,53%	8,51	71,44	13,19%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca132	0,56%	6,11%	1,92	16,69	30,25%	-28,78%	0,00%	0,00%
producto/marca133	0,39%	5,72%	1,40	21,95	35,66%	-26,29%	0,00%	0,00%
producto/marca134	0,30%	6,26%	0,68	12,26	27,93%	-27,27%	0,00%	0,00%
producto/marca135	0,32%	1,44%	4,61	20,59	8,13%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca136	0,09%	5,70%	0,60	22,12	35,66%	-26,29%	0,00%	0,00%
producto/marca137	0,53%	3,26%	7,61	64,17	31,87%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca138	0,28%	1,60%	7,19	53,32	12,90%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca139	-0,13%	1,08%	-1,67	25,09	6,71%	-6,29%	0,00%	0,00%
producto/marca140	0,05%	0,65%	12,17	148,00	7,94%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca141	1,11%	5,95%	1,60	7,75	26,65%	-17,52%	0,00%	0,00%
producto/marca142	-0,28%	5,90%	-0,13	17,36	37,37%	-27,21%	0,00%	0,00%
producto/marca143	0,22%	3,20%	3,27	33,84	21,78%	-16,71%	0,00%	0,00%
producto/marca144	0,30%	1,51%	5,03	24,74	10,25%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca145	1,07%	3,64%	4,03	17,97	25,31%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca146	0,97%	2,86%	3,22	10,62	15,54%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca147	0,97%	3,21%	4,34	21,94	21,31%	-1,39%	0,00%	0,00%
producto/marca148	0,93%	2,78%	3,26	10,95	15,38%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca149	0,91%	4,03%	2,00	25,29	29,21%	-22,61%	0,00%	0,00%
producto/marca150	0,66%	5,67%	4,44	39,40	42,86%	-28,16%	0,00%	0,00%
producto/marca151	0,63%	2,36%	4,41	22,03	17,47%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca152	0,55%	2,27%	4,64	25,76	17,47%	-3,71%	0,00%	0,00%
producto/marca153	0,57%	4,73%	7,56	82,74	49,88%	-17,95%	0,00%	0,00%
producto/marca154	0,69%	2,44%	4,00	18,96	17,47%	-3,71%	0,00%	0,00%
producto/marca155	0,49%	4,45%	9,44	104,86	49,88%	-9,81%	0,00%	0,00%
producto/marca156	0,23%	1,32%	5,87	34,08	9,05%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca157	0,92%	4,81%	7,03	74,75	49,88%	-17,95%	0,00%	0,00%
producto/marca158	0,32%	1,66%	2,79	13,77	8,95%	-5,48%	0,00%	0,00%
producto/marca159	0,50%	1,89%	3,18	11,68	10,02%	-5,06%	0,00%	0,00%

producto/marca160	0,51%	2,16%	3,01	11,54	11,96%	-5,48%	0,00%	0,00%
producto/marca161	0,09%	0,80%	8,52	71,53	7,06%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca162	0,50%	5,16%	6,14	49,10	40,77%	-15,05%	0,00%	0,00%
producto/marca163	0,06%	2,29%	-3,96	61,69	12,16%	-21,57%	0,00%	0,00%
producto/marca164	0,43%	5,53%	7,77	89,22	58,92%	-24,54%	0,00%	0,00%
producto/marca165	0,19%	1,35%	7,48	57,48	12,20%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca166	0,19%	1,66%	8,50	71,41	14,71%	-0,82%	0,00%	0,00%
producto/marca167	0,23%	1,85%	9,40	95,92	20,22%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca168	0,52%	1,93%	3,86	14,67	11,58%	-0,35%	0,00%	0,00%
producto/marca169	0,67%	2,28%	3,63	13,10	13,72%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca170	0,66%	3,31%	1,25	7,68	13,38%	-11,65%	0,00%	0,00%
producto/marca171	0,79%	4,00%	6,45	46,63	35,09%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca172	0,56%	1,98%	3,70	14,26	12,06%	-1,69%	0,00%	0,00%
producto/marca173	0,01%	3,37%	-4,60	39,97	12,00%	-24,61%	0,00%	0,00%
producto/marca174	0,05%	0,60%	12,17	148,00	7,31%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca175	0,00%	3,65%	-5,12	42,97	12,00%	-27,25%	0,00%	0,00%
producto/marca176	0,56%	4,26%	7,14	67,91	42,86%	-10,76%	0,00%	0,00%
producto/marca177	0,39%	1,77%	4,97	25,28	12,00%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca178	0,74%	4,18%	7,66	67,49	41,85%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca179	0,23%	1,82%	9,41	95,80	19,82%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca180	0,23%	1,86%	9,30	93,02	20,11%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca181	0,74%	4,18%	7,66	67,49	41,85%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca182	0,56%	4,26%	2,82	36,43	33,63%	-25,17%	0,00%	0,00%
producto/marca183	0,44%	2,97%	9,68	103,88	33,33%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca184	0,23%	1,86%	9,28	92,38	20,00%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca185	0,39%	3,63%	11,18	130,03	42,86%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca186	0,10%	1,17%	12,17	148,00	14,29%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca187	0,90%	5,23%	7,29	55,89	42,86%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca188	-0,07%	2,98%	-6,35	72,73	12,18%	-29,98%	0,00%	0,00%
producto/marca189	0,11%	0,61%	6,68	46,52	4,93%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca190	0,48%	3,40%	2,14	33,79	26,26%	-20,80%	0,00%	0,00%
producto/marca191	0,17%	1,11%	7,02	50,26	8,74%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca192	0,17%	1,11%	7,02	50,26	8,74%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca193	0,15%	1,09%	7,34	53,97	8,74%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca194	0,37%	1,85%	1,44	14,66	8,92%	-10,13%	0,00%	0,00%
producto/marca195	0,17%	2,11%	12,17	148,00	25,73%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca196	0,17%	2,11%	12,17	148,00	25,73%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca197	0,17%	2,11%	12,17	148,00	25,73%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca198	0,18%	1,59%	8,98	82,14	16,08%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca199	0,62%	3,09%	1,84	10,21	14,69%	-12,81%	0,00%	0,00%
producto/marca200	0,61%	2,49%	4,46	20,15	16,32%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca201	0,17%	1,18%	7,01	48,33	8,98%	-0,14%	0,00%	0,00%
producto/marca202	0,82%	3,48%	0,81	10,97	15,17%	-18,34%	0,00%	0,00%
producto/marca203	0,31%	2,58%	2,03	24,28	17,68%	-14,45%	0,00%	0,00%
producto/marca204	0,70%	3,04%	2,83	13,01	19,72%	-6,92%	0,00%	0,00%
producto/marca205	0,08%	1,17%	11,38	137,01	13,92%	-2,77%	0,00%	0,00%
producto/marca206	0,26%	2,13%	5,53	40,64	15,75%	-7,89%	0,00%	0,00%
producto/marca207	3,12%	16,32%	1,46	3,61	66,67%	-40,00%	0,00%	0,00%
producto/marca208	0,18%	1,14%	6,73	45,65	8,65%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca209	1,04%	8,32%	3,13	19,82	48,32%	-30,63%	0,00%	0,00%
producto/marca210	0,09%	0,89%	11,08	127,56	10,40%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca211	0,00%	0,00%			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca212	0,04%	0,50%	12,17	148,00	6,03%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca213	0,41%	2,29%	1,57	10,08	11,05%	-9,68%	0,00%	0,00%
producto/marca214	0,48%	1,97%	4,59	22,71	14,39%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca215	0,45%	1,80%	4,20	17,23	10,78%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca216	3,36%	12,16%	2,30	7,33	57,29%	-27,79%	0,00%	0,00%
producto/marca217	1,20%	4,59%	4,17	17,10	26,31%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca218	0,64%	2,75%	4,78	24,02	18,91%	-1,27%	0,00%	0,00%
producto/marca219	0,31%	2,18%	6,89	46,22	16,21%	0,00%	0,00%	0,00%

producto/marca220	0,00%	0,00%			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca221	0,00%	0,00%			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca222	0,26%	1,83%	7,14	50,86	15,06%	-0,43%	0,00%	0,00%
producto/marca223	0,17%	1,48%	9,01	82,77	15,03%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca224	0,16%	1,20%	8,35	71,50	11,52%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca225	0,16%	1,25%	8,41	72,46	11,99%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca226	0,20%	1,18%	5,95	34,14	7,62%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca227	0,87%	2,76%	3,56	13,36	15,76%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca228	0,50%	1,85%	3,67	12,44	10,08%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca229	0,13%	1,03%	8,42	73,47	10,04%	-0,10%	0,00%	0,00%
producto/marca230	0,21%	1,28%	5,97	34,47	8,51%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca231	0,52%	2,37%	4,93	24,56	16,16%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca232	0,56%	2,83%	2,74	14,05	16,16%	-10,54%	0,00%	0,00%
producto/marca233	1,06%	7,38%	3,18	21,80	42,86%	-29,98%	0,00%	0,00%
producto/marca234	0,47%	4,32%	5,68	69,32	42,86%	-22,91%	0,00%	0,00%
producto/marca235	0,90%	3,31%	2,27	7,82	16,16%	-10,54%	0,00%	0,00%
producto/marca236	0,20%	1,21%	5,92	33,64	7,81%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca237	0,39%	3,57%	11,67	139,52	42,95%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca238	0,94%	6,74%	4,79	29,77	42,86%	-20,05%	0,00%	0,00%
producto/marca239	1,46%	7,46%	5,74	33,85	51,79%	-0,83%	0,00%	0,00%
producto/marca240	0,47%	7,89%	3,91	44,50	66,69%	-40,01%	0,00%	0,00%
producto/marca241	0,07%	0,57%	8,55	72,29	5,17%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca242	0,67%	3,83%	2,20	32,07	29,44%	-22,74%	0,00%	0,00%
producto/marca243	0,31%	4,65%	7,17	73,87	46,67%	-19,09%	0,00%	0,00%
producto/marca244	0,34%	1,73%	5,94	38,14	14,31%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca245	0,42%	3,62%	6,54	50,83	31,87%	-8,33%	0,00%	0,00%
producto/marca246	0,76%	5,08%	7,92	63,97	42,86%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca247	0,06%	0,72%	12,17	148,00	8,78%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca248	0,58%	7,89%	4,15	55,60	73,33%	-42,30%	0,00%	0,00%
producto/marca249	0,24%	1,46%	6,22	38,08	10,50%	0,00%	0,00%	0,00%
producto/marca250	0,21%	1,47%	4,23	23,02	9,01%	-3,69%	0,00%	0,00%
Harina de trigo	0,00%	0,00%			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Huevos	0,04%	0,43%	12,17	148,00	5,28%	0,00%	0,00%	0,00%
Leche fresca entera sachet	0,12%	1,33%	11,95	144,22	16,08%	0,00%	0,00%	0,00%
Combustibles y lubricantes	0,23%	1,83%	9,38	95,49	19,91%	0,00%	0,00%	0,00%
compra	0,53%	2,26%	4,90	24,82	15,50%	0,00%	0,00%	0,00%
venta	0,18%	1,16%	6,76	45,82	8,77%	0,00%	0,00%	0,00%
dolarprom	0,43%	5,32%	6,44	56,83	42,85%	-22,63%	0,00%	0,00%
brecha	0,40%	5,39%	6,14	53,94	42,85%	-22,98%	0,00%	0,00%
varcpa	0,00	0,03	3,84	26,71	0,21	0,06	-	-
varvta	0,00	0,06	1,05	4,32	0,25	0,13	-	-
volatcompra	0,01	0,02	3,74	20,21	0,16	0,07	-	-
volatventa	0,00	0,01	6,65	45,24	0,07	-	-	-
cantoperac	0,00	0,01	5,96	34,17	0,08	-	-	-
dummys1	0,01	0,04	6,21	44,76	0,32	0,00	-	-
dummys2	0,00	0,01	6,89	52,40	0,13	-	-	-
dummys3	-	-			-	-	-	-
mes12	0,00	0,02	4,01	23,22	0,16	0,07	-	-
mes1	0,00	0,02	2,78	11,09	0,09	0,07	-	-
mes2	0,01	0,03	2,64	9,56	0,12	0,09	-	-
mes3	0,00	0,01	7,58	58,04	0,09	-	-	-
mes4	0,00	0,01	6,39	41,15	0,07	-	-	-
mes5	0,01	0,05	2,26	9,47	0,21	0,17	-	-
mes6	0,01	0,04	2,44	21,63	0,25	0,20	-	-
mes7	0,01	0,07	1,46	10,85	0,40	0,26	-	-
mes8	0,00	0,01	5,95	34,10	0,08	-	-	-
mes9	0,00	0,01	12,17	148,00	0,08	-	-	-
mes10	0,00	0,01	12,17	148,00	0,14	-	-	-

kurtc	0,00	0,02	9,50	97,43	0,20	-	-	-
kurtv	0,00	0,02	9,41	96,12	0,20	-	-	-
skewpc	0,00	0,03	8,24	71,25	0,30	-	-	-
skewpv	0,00	0,04	7,09	63,86	0,43	-0,15	-	-
ano2016	0,00	0,01	12,17	148,00	0,10	-	-	-
ano2017	0,00	0,01	8,54	72,07	0,11	-	-	-
ano2018	0,00	0,02	6,02	35,26	0,13	-	-	-

**Tabla 5. Estadísticas descriptivas divididas según efectos between o within.**

Variable		Media	Desviación		Máximo	Observaciones
			estándar	Mínimo		
inflación	overall	0.003744	0.0367565	-0.4306999	0.7565429	N = 41420
	between		0.0041175	-0.0067097	0.0336373	n = 280
	within		0.0365259	-0.4374083	0.7498346	T-bar = 147.929
Market power	overall	0.131924	0.158866	0.0154	0.49	N = 41292
	between		0.1591496	0.0154	0.49	n = 279
	within		1.71E-16	0.131924	0.131924	T = 148
IHH	overall	417.8876	820.5245	2.3716	2401	N = 41292
	between		821.989	2.3716	2401	n = 279
	within		1.42E-14	417.8876	417.8876	T = 148
Peso	overall	0.2987099	0.9627671	0.018	16	N = 40552
	between		0.9645169	0.018	16	n = 274
	within		6.26E-16	0.2987099	0.2987099	T = 148
Supermercado	overall	0.0175781	0.1314129	0	1	N = 75776
	between		0.1763898	0	1	n = 281
	within		0	0.0175781	0.0175781	T-bar = 269.665
Harina	overall	0.0050697	0.0258242	-0.0479726	0.1594588	N = 41440
	between		0	0.0050697	0.0050697	n = 280
	within		0.0258242	-0.0479726	0.1594588	T = 148
Huevos	overall	0.0070006	0.0335527	-0.1062535	0.1534501	N = 41440
	between		0	0.0070006	0.0070006	n = 280
	within		0.0335527	-0.1062535	0.1534501	T = 148
Leche	overall	0.0067171	0.0324099	-0.0959335	0.1393999	N = 41440
	between		0	0.0067171	0.0067171	n = 280
	within		0.0324099	-0.0959335	0.1393999	T = 148
Combustible	overall	0.0082	0.0378013	-0.132892	0.200489	N = 41440
	between		0	0.0082	0.0082	n = 280
	within		0.0378013	-0.132892	0.200489	T = 148
Precio compra	overall	19.26318	6.937944	9.874444	37.67143	N = 41440
	between		0	19.26318	19.26318	n = 280
	within		6.937944	9.874444	37.67143	T = 148
Precio venta	overall	20.18924	7.431076	9.98	39.67143	N = 41440
	between		0	20.18924	20.18924	n = 280
	within		7.431076	9.98	39.67143	T = 148
Brecha compra	overall	0.9256155	0.5068599	0.1055556	2.442857	N = 41440
	between		0	0.9256155	0.9256155	n = 280
	within		0.5068599	0.1055556	2.442857	T = 148
Porcentaje variación	overall	0.0434923	0.0114115	0	0.0643432	N = 41440
	between		0	0.0434923	0.0434923	n = 280
	within		0.0114115	6.94E-18	0.0643432	T = 148
Operaciones	overall	10.86486	4.796803	4	34	N = 41440
	between		0	10.86486	10.86486	n = 280
	within		4.796803	4	34	T = 148