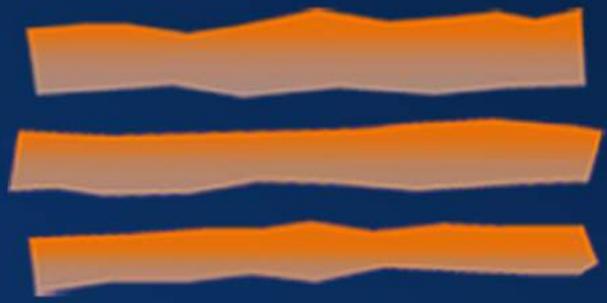


Universidad Pablo de Olavide, Sevilla



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 25. Junio de 2018.

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](mailto:fjblaper@upo.es)

Dr. Ángel F. Tenorio Villalón  
Universidad Pablo de Olavide  
Ctra. de Utrera, km 1 - 41013  
Sevilla (Spain).  
Correo-e: [aftenorio@upo.es](mailto:aftenorio@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)



## Destabilizing Impacts of Herding Behaviour in Portuguese Capital Market

MARQUES LEITE, GABRIELA

Department of Management

Research Centre for the Study of Population, Economics and Society

Lusofona University of Porto (Portugal)

E-mail: gabriela\_leite@sapo.pt

MACHADO-SANTOS, CARLOS

Department of Economics, Sociology and Management

University of Trás-os-Montes and Alto Douro (Portugal)

E-mail: cmsantos@utad.pt

FERREIRA DA SILVA, AMÉLIA

Institute of Accounting and Administration

Centre for Organisational and Social Studies

Polytechnic Institute of Porto (Portugal)

E-mail: acfs@iscap.ipp.pt

### ABSTRACT

The present work seeks to analyze the herding behavior phenomenon as a destabilizing factor of the capital market, while studying the relation between the herding behavior phenomenon and market profitability and volatility. The results allow us to verify the existence of a significant intensity of herding, especially when price variation occurs. Conversely, asymmetrical and elevated volatility levels ensue, with a higher probability of profit than losses of the same magnitude. However, results are less visible when one looks at the causality relation between herding and market volatility. This paper contributes to a deeper understanding of herding behavior and its relation with market efficiency.

**Keywords:** Herding behavior; behavioral finances; volatility; capital markets; investors' rationality.

**JEL classification:** 91G50.

**MSC2010:** 62G08; 62G10; 91G70.

# Impactos desestabilizantes en el comportamiento gregario en el mercado de capitales portugués

## RESUMEN

El presente trabajo busca analizar el fenómeno del comportamiento gregario como un factor desestabilizante en el mercado de capitales, estudiando la relación entre el fenómeno del comportamiento gregario y la rentabilidad y volatilidad del mercado. Los resultados nos permiten verificar la existencia de una intensidad significativa de gregarismo, especialmente cuando tienen lugar variaciones de precios. Recíprocamente, sobrevienen niveles elevados y asimétricos de volatilidad cuando hay mayor probabilidad de beneficios que de pérdidas con la misma magnitud. Sin embargo, los resultados son menos visibles cuando se observa la realidad de causalidad entre gregarismo y volatilidad de mercado. Este artículo contribuye a una comprensión más profunda del comportamiento gregario y su relación con la eficiencia del mercado.

**Palabras claves:** comportamiento gregario; finanzas conductuales; volatilidad; mercado de capitales; racionalidad de inversores.

**Clasificación JEL:** 91G50.

**MSC2010:** 62G08; 62G10; 91G70.



## 1. Introduction

Capital markets are constantly changing and, especially in recent years, were faced with several situations that test the strength of the financial system, and its regulation and the supervision mechanisms. The new millennium began in a recessive economic climate and high market volatility, resulting, among other factors, from the speculative movement of the 1990's. A permanent price increase culminated with the bursting of the speculative bubble in 2000. Several authors attributed to the herding behaviour as an important cause to the instability of the markets, justifying it is responsible for the creation of price bubbles. Herding behaviour is about investors decisions to replicate of others investors or follow market consensus rather than based on their own beliefs and information.

The aim of this study is to analyze the herding behaviour as a potentially destabilizing factor in the Portuguese capital market between 1998 and 2010. Accordingly, this work has been developed in three lines of research, namely: (i) determining the intensity of herding present in the market; (ii) estimating the effect of various intensity of herding measures on market volatility; (iii) study of the impact of herding in market profitability.

## 2. Literature review

In financial markets, herding behaviour has been identified for some time (Jain and Gupta, 1987; Bikhchandani and Sharma, 2000) and everywhere (Filip *et al.* 2015; Lugo *et al.*, 2015; Tan *et al.*, 2008). There is a strong believe that "investors are influenced by the decisions of other investors and that this influence is a first-order effect" (Devenow and Welch, 1996: 604). But, to which extension herding behaviours are rational or irrational? This is not an easy question. Indeed, investors are subject to sentiment, their behaviours are complex (Baker and Wurgler, 2007, Baker *et al.*, 2012) and "some phenomena that seem irrational can actually arise very naturally in fully rational settings" (Hirshleifer and Teoh, 2001:2).

Literature on behavioural finance provides several explanations for this phenomenon. Bikchandani *et al.* (1998) suggest that investors obtain information by observing other investors' transactions, and adopt the same investment strategies. On the other hand, Hirshleifer *et al.* (1994) consider that herding behaviour is mostly present because investors tend to pursue the same information sources and, as a result, they interpret the signs in the same fashion which translates to similar interactions in the market. Other authors list as causes for herding behaviour the so-called reputation costs [e.g., Scharfstein and Stein (1990), Trueman (1994)] and compensation schemes [e.g., Roll (1992), Rajan (1994), Maug and Naik (2011)]. In turn, Gompers and Metrick (2001) argue that herding behaviour can arise if investors feel attracted to assets with similar characteristics.

Lastly, several authors point out as causes for herding behaviour the degree of institutional participation in the capital market, the quality of information issued, opinion dispersion, turnover, market size and degree of sophistication (e.g., Demier and Kutan, 2006; Henker *et al.*, 2006; Patterson and Sharma, 2010; Puckett and Yan, 2008).

Broadly speaking, the informed trader theory acknowledges that if institutional investors are seen as particularly astute or well informed, their purchases and sales tend to be taken as informative signs on fundamental economic variables (or about the future equilibrium of asset prices) by less informed investors (or noise traders), the latter which are likely to invest in the same way as the former. Therefore additional purchases (sales) by institutional investors would provide evidence that asset prices would be below (above) their actual value, and hence other investors, noise traders, would tend to trade in the same manner as institutional traders, inducing pressure for more prominent price increases (decreases). This second phenomenon, known as herding behaviour, is thus seen as a contribution for asset price instability. This phenomenon is nothing more than the adoption of a similar strategy, the imitation of other investors (in this case, institutional investors), ie

buying and/or selling the same assets in the same moment in time (e.g., Friedman, 1984; Lakonishok *et al.*, 1994).

Alevy *et al.* (2003) argue that in an economic environment where investors possess imperfect information about the true state of the capital market, it may be a rational attitude to ignore the very information they have and choose to make investment decisions based on what they believe to be public information signals. Herding behaviour occurs precisely when investors knowingly make identical choices concerning the purchase and/or sale of an asset at the same moment in time, despite the fact that they possess information that would lead them to trade in another manner. Many investors acquire their ideas about financial markets from other people, whether through newspapers, television or analysts' opinions, without even verifying whatever variables relate to that. They possibly think "Who am I to verify? These people are supposedly the experts on the subject." In fact, many investors are emotionally dependent on that type of information that, in truth, doesn't provide more insight than the short-term decisions of other investors. It may be argued that this type of dependency appears to be a universal trait, even in investors with long term prospects. They end up being driven to herd behaviours because they don't possess "first-hand" information adequate to forming an independent belief, which causes them to start an incursion in search of wisdom through numbers. Their subconscious is telling them: "You have a too small knowledge base to make decisions by yourself, your only alternative is to assume the herd knows where it's going (Pretcher, 2001: 121).

Several studies propose a variety of measures and indicators to attest the existence of the herding behaviour, including Wermers (1999), Chang *et al.* (2000), Hwang and Salmon (2004), Sias (2004), Patterson and Sharma (2010). Despite the convincing arguments about the herding behaviour are numerous and pointed, and even market watchers observe their occurrence, the empirical evidence is scarce and relative few cases confirm its existence (Blasco *et al.*, 2009).

### **3. Database and methodology**

#### **3.1 Description of the Database**

In order to assess the intensity of herding in the Portuguese capital market, the data are processed on a daily basis and over a time span of 144 months (12 years), between July 1998 and June 2010. Initially, the analysis focuses on the market index – Portuguese Stock Index 20 (PSI-20), and whenever it is possible to adapt the methodology; further tests are performed to the shares underlying the market index.

#### **3.2. Intensity of herding Measure**

The methodology adopted is in accordance with Blasco *et al.* (2009), and the intensity of herding estimated according to Patterson and Sharma (2010), measured both in sequences initiated by the buyer and in sequences initiated by the seller.

Based on the information cascades model by Bikhchandani *et al.* (1992), Patterson and Sharma (2010) report that an information cascade is noticed when negotiation sequences initiated by the buyer or the seller are larger than the negotiation sequences which would be observed if each investor decided only on the basis of the information they possessed. Thus, if investors systematically imitate one another, the statistical indicator values should be negative and statistically significant, in that the actual number of sequences initiated is lower than expected:

$$x(i, j, t) = \frac{(r_i + 1/2) - np_i(1 - p_i)}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

Where:  $r_i$  = real number of type  $i$  sequences (high, low or neutral);  $n$  = total number of transactions performed in active  $j$  on  $t$  day;  $1/2$  = adjustment by discontinuity parameter;  $p_i$  = probability of coming across an  $i$  type sequence.

In asymptotic conditions, the  $x(i, j, t)$  statistic follows a normal distribution of zero mean and variance:

$$\sigma^2(i, j, t) = p_i(1 - p_i) - 3p_i^2(1 - p_i)^2 \quad (2)$$

Therefore, Patterson and Sharma (2010) define the intensity of herding measure using the following statistic:

$$H(i, j, t) = \frac{x(i, j, t)}{\sqrt{\sigma^2(i, j, t)}} \xrightarrow{\text{a.d.}} N(0,1) \quad (3)$$

The  $i$  variable assumes three different values, depending on the type of transactions mentioned above, so as to obtain  $H_a$ ,  $H_b$  and  $H_n$  statistics for every day and for every title underlying the market index.

### 3.3. Measures of volume, volatility estimates and herding

The volatility of asset prices is a factor of paramount importance, first because it provides the basis for both the models of price formation and their own risk management strategies. According to the theory of market efficiency, volatility is explained solely by the automatic process of price adjustment to new relevant information conveyed to the market. However, the process of forming asset prices, and hence the actual volatility are not uniquely dependent on available information but also on a number of other aspects, such as the psychological decision processes of the investor himself. In this sense, the herding behaviour may occur in the capital market and, in some way, contribute to the increase in volatility and therefore to the destabilization of the market itself. Thus, in line with the stream of authors who believe that investor behaviour can have an impact on volatility, we estimated the effect of different levels of intensity of herding on the degree of market volatility. However, the (temporary) effect on the price of the large-block transactions and day-of-the-week is purged from the measures of estimated volatility, so as not to distort the results.

### 3.4. Volatility estimates

As a volatility measure, the absolute return residual allows us to assess the causal relationship between past performance and current returns. Therefore, we estimate the regression between the daily returns of asset  $j$  in the current period and the daily return of the asset  $j$  in the recent past (30, 90 and 180 days).

$$R_{jt} = \sum_{k=1}^{n_j} \alpha_{jk} D_{kt} + \sum_{k=1}^{n_j} \omega_{jk} R_{j,t-p} + \varepsilon_{jt} \quad (4)$$

Where:  $R_{jt}$  = return of asset  $j$  on day  $t$ , which can take on four values: (1) AA if return is calculated using the opening prices of day  $t$  and day  $t+1$ , (2) AF if return is calculated using the opening and closing prices of day  $t$ , (3) FF if return is calculated using the closing prices of day  $t$  and day  $t-1$  and (4) FA if return is calculated using the closing prices of day  $t$  and the opening prices of day  $t+1$ ;  $D_{jt}$  a dummy variable, that adopts the value one for Monday and zero for the remaining days of the week;  $R_{j,t-p}$  = past return of asset  $j$ , where  $p=30, 90$  or  $180$  days);  $|\epsilon_{jt}|$  = volatility measure for each series employed;  $\alpha_{jk}$  and  $\omega_{jk}$  are the model parameters.

Given the possibility that the daily series of data may display a seasonal pattern, the model includes a dummy variable and regression is estimated by deducting this effect from the respective period. In this sense, the dummy variable is included in order to capture the differences in average returns that are exclusively derived from market performance on different days of the week and past performance is included in the model to counteract the autocorrelation between profitability series.

The estimates of historical volatility, are according to Parkinson (1980) and Garman and Klass (1988), employ the maximum and minimum daily rates for its calculation, as the authors consider that the extreme values of a session are more informative than the opening and/or closing prices. Hence, when prices reach extreme values they tend to revert to the medium that, in turn, not only assists the monitoring of extreme volatility but also allows a more correct prediction.

### 3.5. "Clean" series from the effects of traded volume and the day of the week.

After estimating the volatility measures, absolute return residuals and historical volatility, it is essential to isolate the effects of turnover and day of the week. To this end, further regressions are estimated in which each measure of volatility described above depends on the day-of-the-week (including a dummy variable in the model) and an approximate measurement of the daily transactions volume (transactions volume in euro, number of transactions and average value of transactions in euros). Thus, after obtaining the residue of the estimated regressions, we obtained series in which the effects would be derived from factors other than the turnover of the day-of-the-week that, being present, would be seized by the coefficients of the variables considered.

In compliance with the method of Chan and Fong (2006) three measures of volume are used, namely: (i) volume of transactions in euro, (ii) number of transactions, (iii) average transaction value in euro. Given that the literature is divergent on which of these measures has greater impact on market volatility, the option was to test all, in order to obtain more feasible results. As such, the estimated regressions, using the OLS method are as follows:

$$\sigma_{jt} = \alpha_j + \alpha_{jm}M_t + \sum_{k=1}^{nj} \rho_{jk}\sigma_{jt-p} + \phi_j V_{jt} + u_{jt} \quad (5)$$

$$\sigma_{jt} = \alpha_j + \alpha_{jm}M_t + \sum_{k=1}^{nj} \rho_{jk}\sigma_{jt-p} + \theta_j NT_{jt} + \eta_{jt} \quad (6)$$

$$\sigma_{jt} = \alpha_j + \alpha_{jm}M_t + \sum_{k=1}^n \rho_{jk}\sigma_{jt-p} + \gamma_j VMT_{jt} + \tau_{jt} \quad (7)$$

where:  $\sigma_{jt}$  = value of each volatility measure taken into account in day  $t$ , where  $j$  assumes the different values of the absolute return residuals estimates and historical volatility;  $M_t$  = dummy variable, that adopts the value one for Monday and zero for the remaining days of the week;  $V_{jt}$  = volume of transactions in euro of asset  $j$  in day  $t$ ;  $NT_{jt}$  =

number of transactions in euro of asset  $j$  in day  $t$ ;  $VMT_{jt}$  = average value of transactions in euro of asset  $j$  in day  $t$ ;  $v_{jt}$ ,  $\eta_{jt}$  and  $\tau_{jt}$  = residuals of the regressions which, after elimination of the effects of volume and day-of-the-week, comprise the new volatility series;  $\alpha_j$ ,  $\alpha_{jm}$ ,  $\rho_{jk}$ ,  $\phi_j$ ,  $\theta_j$  and  $\gamma_j$  are the model parameters.

### 3.6. Effect of herding in volatility

Herding behaviour, as behavioural imitation of the strategies of other investors, may be seen as a destabilizing factor in the market, given the increased volatility that it can generate. Accordingly, after obtaining "clean" volatility series from the procedure described in the previous section, an analysis of the effect of herding in daily volatility must be done. For this, we use the following regressions, using the OLS method:

$$v_{jt} = \omega_j + H_{ijt} + \lambda_{jt} \quad (8)$$

$$\eta_{jt} = \omega_j + H_{ijt} + \lambda_{jt} \quad (9)$$

$$\tau_{jt} = \omega_j + H_{ijt} + \lambda_{jt} \quad (10)$$

Where:  $v_{jt}$ ,  $\eta_{jt}$  e  $\tau_{jt}$  = residuals of expressions (5), (6) and (7);  $\omega_{jt}$  = model parameter;  $H_{ijt}$  = intensity of herding measure on day  $t$ , where  $i$  assumes three different values, according to equations (1) and (2); and  $\lambda_{jt}$  = regression residuals.

These results could ascertain the extent to which the intensity of herding has an impact on market volatility.

### 3.7. Herding and profitability

The herding behaviour, as behavioural imitation between investors, may enhance the destabilization of asset prices [e.g., Friedman (1984), Lakonishok *et al.* (1994)]. As such, after analyzing the relationship between herding and volatility, it is important to examine the link between this phenomenon and profitability, through regressions (11) and (12):

$$H_{ijt} = \alpha_1 + \sum_{k=1}^{nj} \beta_k H_{ij,t-p} + \sum_{k=1}^{nj} \delta_k R_{j,t-p} + \varepsilon_{t1} \quad (11)$$

$$R_t = \alpha_2 + \sum_{k=1}^{nj} \phi_k H_{ij,t-p} + \sum_{k=1}^{nj} \gamma_k R_{j,t-p} + \varepsilon_{t2} \quad (12)$$

Where:  $H_{ijt}$  = intensity of herding measure, described in equations (1) and (2);  $R_j$  = daily profitability of the PSI-20 index;  $\varepsilon_{t1}$ ,  $\varepsilon_{t2}$  = regression residuals; and  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta_k$ ,  $\delta_k$ ,  $\phi_k$  and  $\gamma_k$  are the model parameters.

Initially, we analyze the way in which past profitability and the intensity of herding in the past influence herding in the current period. Basically, we attempt to understand whether historical profitability conditions the intensity of herding. Later, we want to determine whether the intensity of herding or past profitability has an impact on index profitability.

## 4. Empirical analysis

### 4.1. Measure of Herding Intensity

With the purpose of determining intensity of herding in the Portuguese capital market, we applied the methodology of Paterson and Sharma (2006). Therefore, we calculated the daily return of the shares underlying the index, grouping by type a, b or n –

depending on whether the return obtained is positive, negative or zero, respectively. This procedure allows an identification of the real number of sequences by type, as well as the total number of daily transactions carried out per share, and thus complete the calculations proposed in the equation (3). Consequently, after calculating the average value of the transverse series and obtaining the resulting time series of average values, it is possible to assess the statistical series in sequences of high (Ha), low (Hb) and neutral (Hn), according to equation (4).

Table 1 presents some descriptive values of the intensity of herding measure, in sequences of high, low or neutral, which occurred in the shares underlying the market index for the period July 1998 to June 2010. The last two lines present the F-statistics (and their associated probability) for the null hypothesis of equality of means between series.

**Table 1. Intensity of herding measure**

	<i>H<sub>a</sub></i>	<i>H<sub>b</sub></i>	<i>H<sub>n</sub></i>
<i>Mean</i>	-1,0656	-1,0545	-0,9599
<i>Maximum</i>	0,0000	2,2960	0,3896
<i>Minimum</i>	-2,4900	-2,4904	-1,8991
<i>Sta.Dev.</i>	0,2522	0,3305	0,3829
<i>Skewness</i>	1,1818	4,4086	1,4270
<i>Kurtosis</i>	8,3942	37,6249	4,7659
<b>Anova</b>			
<i>F-stat</i>		96,2961	
<i>p-value</i>		0,0000	

Based on the statistical evidence, it is possible to reject the null hypothesis of equality of means, concluding, at the 99% confidence level ( $p$ -value tends to zero), that the average of the time series  $H_a$ ,  $H_b$  and  $H_n$  differs between the intensity of herding sequences.

Thus, the results show that on average intensity of herding is negative and significant in high, low and neutral sequences, whereas there is a higher intensity of herding when prices vary (and obviously the profitability itself) than in sequences without change (or null return). Indeed, although the intensity of herding in the neutral sequence is significant (-0.9599) it is lower than in the high (-1.0656) or low (-1.0545) sequences.

Moreover, in the low sequence the values of skewness and kurtosis are quite high, indicating a leptokurtic distribution, where the right tail is heavier than in any of the other sequences ( $H_a$  and  $H_n$ ). This may be the result of high and asymmetric volatility of the market, especially when the sequences are initiated by the seller. It should be noted that skewness presents positive values in all sequences, which is due to a greater likelihood of gains, regardless of whether it is a sequence initiated by the buyer, by the seller or mix.

The results also indicate that the intensity of herding is most evident in the sequences initiated by the buyer or by the seller where an increase or decrease in price, respectively, is recorded. However, the phenomenon is also observed in herding activities that do not record price changes (neutral sequences), but with less intensity. These findings are consistent with the fact that the purchase and/or sale of assets conveys a signal to the market for an increase and/or decrease of price. Therefore, it is expected that price increases be followed by more price increases and decreases be followed by further reductions.

In brief, investors tend to consistently mimic each other, especially when there is a prices variation afforded by the purchase and/or sale of assets – in these cases, the herding behaviour is more pronounced. Such results for the Portuguese market are consistent with

those of Blasco *et al.* (2009), who found high levels of intensity of herding in the Spanish capital market.

We recall that the shares underlie the PSI-20 have a high level of liquidity and market capitalization. Thus, the results may be consistent with authors such as Farrar and Girton (1981) and Del Guercio (1996) who reported that investors tend to focus on large companies and therefore adjust their portfolios to the market index. On the other hand, it can also be inferred, although implicitly, that glamor stocks are a market segment attractive to investors, as suggested by authors such as Black (1976), Froot *et al.* (1992) and Hirshleifer *et al.* (1994), among others.

## 4.2. Volume measurements, volatility estimates and herding

After establishing the existence of herding in the Portuguese capital market, it is essential to ascertain, first, what is the impact of different measures of volume on volatility, and secondly, what is the effect of herding on volatility.

### 4.2.1. Absolute return residuals

Table 2 presents descriptive statistics for the outcome of the measures of volatility estimated from the data of the PSI-20 and the application of equation (5) ( $\epsilon_{AA}$ ,  $|\epsilon_{FA}|$ ,  $|\epsilon_{AF}|$  and  $|\epsilon_{FF}|$ , for 30, 90 and 180 days). Based on statistical evidence, the null hypothesis of equality of means cannot be rejected and we conclude, with 99% confidence, that the average of the waste series does not differ across groups  $\epsilon_{AA}$ ,  $|\epsilon_{FA}|$ ,  $|\epsilon_{AF}|$  and  $|\epsilon_{FF}|$ .

**Table 2.** Descriptive statistics of the absolute return residuals volatility estimate (PSI-20)

	$ \epsilon_{AA30} $	$ \epsilon_{AF30} $	$ \epsilon_{FA30} $	$ \epsilon_{FF30} $	$ \epsilon_{AA90} $	$ \epsilon_{AF90} $	$ \epsilon_{FA90} $	$ \epsilon_{FF90} $	$ \epsilon_{AA180} $	$ \epsilon_{AF180} $	$ \epsilon_{FA180} $	$ \epsilon_{FF180} $
Mean	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Median	0,000	-0,000	0,000	0,003	0,000	-0,000	0,000	0,000	0,000	-0,000	0,000	0,000
Max	0,114	0,082	0,088	0,107	0,114	0,083	0,089	0,107	0,114	0,083	0,089	0,107
Min	-0,114	-0,081	-0,075	-0,098	-0,114	-0,082	-0,076	-0,098	-0,114	-0,082	-0,076	-0,098
S. Dev.	0,013	0,010	0,010	0,012	0,013	0,010	0,010	0,012	0,013	0,010	0,010	0,012
Skewness	-0,261	0,385	-0,107	-0,092	-0,262	0,373	-0,093	-0,091	-0,263	0,373	-0,092	-0,091
Kurtosis	14,2	9,7	9,9	12,2	14,2	9,8	10,1	12,3	14,3	9,8	10,1	12,3
<b>Anova</b>												
F-stat	0,000				0,000				0,000			
p-value	1,000				1,000				1,000			

The calculated series using the opening prices of the day  $t$  and the day  $t+1$  ( $|\epsilon_{AA30}|$ ,  $|\epsilon_{AA90}|$ ,  $|\epsilon_{AA180}|$ ) present the greatest volatility (standard deviation of 0.0133) and the most extreme maximum and minimum values (the maximum value is registered in the series  $|\epsilon_{AA90}|$  and the minimum in the series  $\epsilon_{AA90}|$  and  $|\epsilon_{AA180}|$ ).

Only the series calculated using the opening and closing rates of a given day  $t$  ( $|\epsilon_{AF30}|$ ,  $|\epsilon_{AF90}|$ ,  $|\epsilon_{AF180}|$ ) present positive skewness, which shows a trend for obtaining gain on the same day, given that the positive distribution tail is longer. The remaining series record negative skewness, which may indicate a greater risk of substantial losses than gains of the same magnitude.

In turn, the excess of positive kurtosis found in all the series, is an indication of high market volatility, given the existence of peaks or stretching when compared to the normal distribution.

Similar tests were also applied to the data of the shares underlying the market index. Table 3 records the descriptive statistics of volatility measures estimated from the data of the shares underlying the market index ( $|\mathcal{E}_{AA}|$ ,  $|\mathcal{E}_{FA}|$ ,  $|\mathcal{E}_{AF}|$  and  $|\mathcal{E}_{FF}|$ , for 30, 90 and 180 days).

**Table 3. Descriptive statistics of the absolute return residuals volatility estimate (shares underlying the market index)**

	$ \mathcal{E}_{AA30} $	$ \mathcal{E}_{AF30} $	$ \mathcal{E}_{FA30} $	$ \mathcal{E}_{FF30} $	$ \mathcal{E}_{AA90} $	$ \mathcal{E}_{AF90} $	$ \mathcal{E}_{FA90} $	$ \mathcal{E}_{FF90} $	$ \mathcal{E}_{AA180} $	$ \mathcal{E}_{AF180} $	$ \mathcal{E}_{FA180} $	$ \mathcal{E}_{FF180} $
<i>Mean</i>	-0,000	-0,000	-0,003	-0,000	-0,000	0,000	-0,01	0,000	0,000	-0,000	-0,014	0,000
<i>Median</i>	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,00	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000
<i>Max</i>	0,999	0,987	0,998	0,988	0,990	0,999	0,306	0,997	0,999	0,988	0,998	0,996
<i>Min</i>	-0,986	-0,995	-0,998	-0,973	-0,978	-0,983	-0,99	-0,994	-0,989	-0,996	-0,999	-0,998
<i>S. Dev.</i>	0,049	0,046	0,087	0,042	0,048	0,046	0,113	0,043	0,049	0,049	0,144	0,045
<i>Skewness</i>	-0,029	-0,807	-2,842	-0,964	0,105	-0,684	-7,93	0,239	1,428	-2,479	-2,061	0,033
<i>Kurtosis</i>	197,9	227,8	75,4	252,5	200,2	224,1	65,4	241,7	191,1	211,4	24,9	228,7
<b>Anova</b>												
<i>F-stat</i>		55,367				593,177				428,692		
<i>p-value</i>		0,000				0,000				0,000		

Contrary to the expected, the results obtained significantly differ from the ones using the PSI-20 data, as can be seen in Table 2. Indeed, it is possible to reject the null hypothesis of equality of means, and it can be concluded, with a confidence level of 99%, that the average of the waste series differs across groups  $|\mathcal{E}_{AA}|$ ,  $|\mathcal{E}_{FA}|$ ,  $|\mathcal{E}_{AF}|$  and  $|\mathcal{E}_{FF}|$ .

The AF series, calculated using the closing price of day  $t$  and the opening price of day  $t+1$ , are the more volatile, particularly when applied to the performance of the past 180 days – the series  $|\mathcal{E}_{FA180}|$  has a standard deviation of 0.1445. However, the maximum occurs in the series  $|\mathcal{E}_{AA30}|$  with a value of 0.9997. It should be noted that with the exception of series  $|\mathcal{E}_{FA90}|$ , in other series the maximum values recorded are very close to each other, ranging between 0.9871 and 0.9996. In regards to the minimum value, there is also no remarkable variation between the series, and the minimum value is recorded in the series calculated using closing the price of day  $t$  and the opening price of the next day ( $t+1$ ) applied to the profitability of the past 90 days ( $|\mathcal{E}_{FA90}|$ ) at -0.9998. This series is one of the most volatile, with a standard deviation of 0.1103.

As for skewness, only the series calculated using the opening prices of day  $t$  and  $t+1$  ( $|\mathcal{E}_{AA90}|$ ,  $|\mathcal{E}_{AA180}|$ ) and the series calculated using the closing prices of day  $t$  and  $t-1$  ( $|\mathcal{E}_{FF90}|$  e  $|\mathcal{E}_{FF180}|$ ), both applied to the performance of the past 90 and 180 days, show a higher probability for gains than losses. Skewness in the other series is negative, and therefore there is occasion for potential loss.

Finally, the high kurtosis recorded in all series demonstrates that the shares underlying the PSI-20 show a high variation when compared to the mean.

In conclusion, it can be noted that the results obtained with PSI-20 and the shares underlying the market index differ amongst each other, in particular with regard to the series with the greatest prospect of gain. On the other hand, the excess of positive kurtosis recorded in all series, both of PSI-20 or shares underlying the market index, constitutes an indicator of high market volatility, which points to a destabilization in asset prices. The herding behaviour, the positive-feedback trading and market activity itself, measured by turnover, are just some of the factors that the financial literature points as causes of the increase in volatility.

#### 4.2.2. Historical volatility

Table 4 summarizes the main descriptive statistics for the measures of historical volatility – Parkinson (1980) and Garman and Klass (1988) – calculated from PSI-20 data and from the shares underlying the market index.

**Table 4.** Descriptive statistics of the historical volatility:PSI-20 and shares underlying the market index

	PSI - 20		Shares underlying the market index	
	G&K	Parkinson	G&K	Parkinson
<i>Mean</i>	0,0065	0,011	0,0015	0,0025
<i>Median</i>	0,0064	0,011	0,0015	0,0025
<i>Maximum</i>	0,0092	0,0122	0,0036	0,0035
<i>Minimum</i>	0,0062	0,0109	0,0013	0,0024
<i>Sta. Dev.</i>	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001
<i>Skewness</i>	2,7848	3,3863	2,4572	3,1037
<i>Kurtosis</i>	14,36	22,04	13,61	22,32
	<i>Anova</i>		<i>Anova</i>	
<i>F-stat</i>	524920,7		2836321	
<i>p-value</i>	0		0	

The interpretation of the results allows us to infer that there are no significant differences between the estimated volatility measures, although Parkinson presents higher maximum and minimum values than Garman and Klass. However, Parkinson displays a lower variability (standard deviation) than Garman and Klass.

Regarding the skewness, values are significantly higher than in any of the series of absolute return residuals. The fact that the skewness shows positive values may indicate the achievement of gain, while excess kurtosis seems to show high market volatility.

Additionally, equations (6) and (7) were adapted to the data of the shares underlying the market index. Similar tests were applied, and the results reveal themselves to be identical to the PSI-20, as can be seen in Table 4.

Comparing the measures of historical volatility, it should be noted that Parkinson continues to present a higher minimum value but records a lower maximum value and a standard deviation identical to that of Garman and Klass. The excess kurtosis and (positive) skewness also seem to indicate high and asymmetric market volatility, with a higher probability for gains than losses of the same value. Subsequently, we calculated the correlation between the estimates of absolute return residuals and historical volatility – Parkinson (1980) and Garman and Klass (1988).

Tables 5 and 6 show the results of the correlation between the different volatility estimates for the data from PSI-20 and the shares underlying the market index, respectively.

As can be perceived, the correlation is relatively low, hence the use of different volatility estimates, each of them allowing us to obtain additional information. Parkinson (1980) and Garman and Klass (1988) volatility measures are those with a higher correlation value (0.813 with data from PSI-20 and 0.819 with data from the shares underlying the index), which is not in any way a surprising result given the inputs used for the calculation thereof.

**Table 5. Analysis of the correlation between the different volatility estimates (PSI-20)**

	$ \epsilon_{AA180} $	$ \epsilon_{AF90} $	$ \epsilon_{AA30} $	$ \epsilon_{AA90} $	$ \epsilon_{AF180} $	$ \epsilon_{AF30} $	$ \epsilon_{FA180} $	$ \epsilon_{FA30} $	$ \epsilon_{FA90} $	$ \epsilon_{FF180} $	$ \epsilon_{FF30} $	$ \epsilon_{FF90} $	G&K	
$ \epsilon_{AA180} $	-													
$ \epsilon_{AF90} $	0,019	-												
$ \epsilon_{AA30} $	0,395	0,017	-											
$ \epsilon_{AA90} $	0,599	0,000	0,199	-										
$ \epsilon_{AF180} $	-0,020	0,431	-0,019	0,000	-									
$ \epsilon_{AF30} $	-0,058	-0,050	-0,056	0,000	-0,011	-								
$ \epsilon_{FA180} $	0,000	0,070	0,000	0,000	0,300	0,014	-							
$ \epsilon_{FA30} $	0,000	-0,058	-0,000	0,000	-0,141	0,241	0,026	-						
$ \epsilon_{FA90} $	0,008	0,252	0,008	0,000	0,081	0,030	0,527	0,052	-					
$ \epsilon_{FF180} $	0,000	-0,029	-0,000	0,000	-0,015	0,006	0,000	-0,001	0,001	-				
$ \epsilon_{FF30} $	0,000	-0,043	0,000	0,000	-0,024	-0,005	0,000	0,000	0,000	0,101	-			
$ \epsilon_{FF90} $	0,000	-0,000	-0,000	0,000	-0,001	0,053	0,000	-0,001	0,000	0,159	0,221	-		
G&K	0,010	-0,007	-0,005	0,018	-0,003	-0,003	-0,001	-0,009	-	0,003	-0,009	0,001	-0,011	-
Pk	0,003	-0,011	-0,000	0,022	-0,005	-0,005	-0,001	-0,001	-	0,003	-0,001	0,001	0,002	0,813

**Table 6. Analysis of the correlation between the different volatility estimates (shares underlying the market index)**

	$ \epsilon_{AA180} $	$ \epsilon_{AA30} $	$ \epsilon_{AA90} $	$ \epsilon_{AF180} $	$ \epsilon_{AF30} $	$ \epsilon_{AF90} $	$ \epsilon_{FA180} $	$ \epsilon_{FA30} $	$ \epsilon_{FA90} $	$ \epsilon_{FF180} $	$ \epsilon_{FF30} $	$ \epsilon_{FF90} $	G&K
$ \epsilon_{AA180} $	-												
$ \epsilon_{AA30} $	-0,001	-											
$ \epsilon_{AA90} $	-0,004	-0,010	-										
$ \epsilon_{AC180} $	-0,058	0,006	0,010	-									
$ \epsilon_{AF30} $	-0,000	0,026	0,006	-0,026	-								
$ \epsilon_{AF90} $	0,023	-0,004	-0,023	-0,025	-0,009	-							
$ \epsilon_{FA180} $	0,001	-0,003	0,013	0,033	-0,001	-0,005	-						
$ \epsilon_{FA30} $	0,005	-0,001	-0,002	0,018	0,006	0,012	0,035	-					
$ \epsilon_{FA90} $	-0,002	-0,004	0,005	0,005	-0,005	0,001	0,068	-0,018	-				
$ \epsilon_{FF180} $	-0,073	-0,005	0,005	0,114	-0,012	-0,017	0,050	-0,001	0,003	-			
$ \epsilon_{FF30} $	0,008	-0,089	0,006	-0,007	0,027	0,002	-0,007	0,002	-0,004	-0,027	-		
$ \epsilon_{FF90} $	-0,000	0,012	-0,050	-0,028	0,003	0,070	-0,014	-0,007	-0,003	0,010	0,002	-	
G&K	-0,033	-0,005	0,001	0,007	0,002	0,007	0,064	0,028	-0,039	0,008	0,004	-0,009	-
Pk	-0,002	-0,005	0,003	0,001	0,002	0,002	0,055	0,025	-0,049	0,001	0,005	-0,001	0,819

In short, we realize that the results obtained confirm the presence of high volatility (asymmetric) in the Portuguese capital market, between July 1998 and June 2010, with a higher probability for gains than for losses of the same magnitude.

#### 4.2.3. Obtaining series “clean” from the effects of the turnover and the day of the week

A common element taken into account by the different theories that analyze the impact of transactions of high volume of assets on the prices is that market activity is largely correlated with price variability – It takes volume to make prices move.

Table 7 provides results of the analysis of the correlation between the different measures of volume – volume of transactions in euro (V), number of transactions (NT) and average value of transactions in euros (VMT) – for the PSI-20 data and the data of the shares underlying the market index, respectively.

**Table 7.** Analysis of the correlation between the different volume measurements

	PSI-20			Shares underlying the index		
	NT	V	VMT	NT	V	VMT
NT	1,000			1,000		
V	0,9661	1,000		0,7989	1,000	
VMT	0,3734	0,5382	1,000	-0,0315	0,2555	1,000

Note: V - volume of transactions in euro, NT - number of transactions; VMT - average value of transactions in euros.

Regarding Table 7, it appears that in both cases the level of correlation is higher between the volume of transactions in euro and the number of transactions (0.9661 for PSI-20 and 0.7989 for the shares underlying the index) and that the remaining correlations are relatively low. We highlight a negative correlation between the average transaction value and number of transactions when volume measures are applied to the data of the shares underlying the market index. In fact, the value of the correlations between different measures of volume is lower when one considers the shares underlying the market index. This difference may possibly be due to the sheer size of the sample, because when the analysis focuses on the PSI-20, the series has about 3.500 observations in contrast to about 65.000 when the database corresponds to the shares underlying the market index.

According to the procedure described in section 3.3.2, one obtains the results of the regressions estimated using the PSI-20 data from equations (8), (9) and (10), as shown in Table 8.

For the volume, measured using the average value of the transactions, one cannot reject the null hypothesis from the parameters. Indeed, the results show that, when explaining volatility, none of the parameters is statistically significant when compared to the estimates found at a significance level of 10%.

When the independent variable is the volume of transactions in euro, there seems to be a positive influence on volatility estimates calculated using the closing prices of day  $t$  and  $t-1$  ( $|\mathcal{E}_{FF30}|$ ,  $|\mathcal{E}_{FF90}|$  e  $|\mathcal{E}_{FF180}|$ ) as well as in the volatility calculated using Parkinson's method.

Finally, the results indicate a positive influence of the number of transactions when explaining many of the volatility estimates, except for the one calculated using the opening prices of day  $t$  and  $t+1$  ( $|\mathcal{E}_{AA30}|$ ,  $|\mathcal{E}_{AA90}|$ ,  $|\mathcal{E}_{AA180}|$ ) and Garman and Klass's method. These results seem consistent with the current theory that asserts the existence of a direct relationship between trading volume and market volatility. In fact, the volume measured by the number of transactions seems to explain market volatility, which may be due to, first, the large-block transactions undertaken or, quite simply, a large number of small investors, probably speculators, whose actions provide the necessary liquidity to capital markets, despite the fact that they generate volatility.

**Table 8. Results of volume measurements**

		PSI-20			Shares underlying the index		
		V	NT	VMT	V	NT	VMT
$\epsilon_{AA180}$	<i>t-stat</i>	0,0000	0,8433	1,3809	0,3904	0,1249	-0,4440
	<i>p-value</i>	0,2962	0,3991	0,1674	0,6963	0,9006	0,6570
$\epsilon_{AF90}$	<i>t-stat</i>	-1,4428	-1,6855	1,1425	0,1405	0,0169	2,4695
	<i>p-value</i>	0,1492	0,0921***	0,2533	0,8883	0,9866	0,0135**
$\epsilon_{AA30}$	<i>t-stat</i>	1,0339	0,8338	1,3678	-2,5339	-1,9381	-0,6409
	<i>p-value</i>	0,3012	0,4045	0,1715	0,0113**	0,0526***	0,5216
$\epsilon_{AA90}$	<i>t-stat</i>	1,0433	0,8420	1,3797	-0,7622	-1,6518	0,6263
	<i>p-value</i>	0,2969	0,3999	0,1678	0,4469	0,0986***	0,5311
$\epsilon_{AF180}$	<i>t-stat</i>	-1,4415	-1,6837	1,1411	0,4908	0,3189	0,8170
	<i>p-value</i>	0,1595	0,0923***	0,2539	0,6236	0,7498	0,4140
$\epsilon_{AF30}$	<i>t-stat</i>	-1,4974	-1,7353	1,0838	0,1033	0,8328	-2,7519
	<i>p-value</i>	0,1344	0,0828***	0,2785	0,9177	0,4050	0,0059*
$\epsilon_{FA180}$	<i>t-stat</i>	1,5123	1,8239	-1,1773	0,1756	0,4987	-2,9064
	<i>p-value</i>	0,1306	0,0683***	0,2392	0,8606	0,6180	0,0037**
$\epsilon_{FA30}$	<i>t-stat</i>	1,5682	1,8776	-1,1183	0,8193	0,5183	-0,5363
	<i>p-value</i>	0,1169	0,0605***	0,2635	0,4126	0,6042	0,5917
$\epsilon_{FA90}$	<i>t-stat</i>	1,5128	1,8246	-1,1801	4,7429	0,6505	10,6411
	<i>p-value</i>	0,1304	0,0682***	0,2380	0,0000*	0,5153	0,0000*
$\epsilon_{FF180}$	<i>t-stat</i>	1,9766	2,2513	0,0575	-0,9677	-0,6125	-1,5652
	<i>p-value</i>	0,0482**	0,0244**	0,9542	0,3332	0,5402	0,1175
$\epsilon_{FF30}$	<i>t-stat</i>	2,0114	2,2815	0,1038	0,5151	1,2026	-0,2222
	<i>p-value</i>	0,0444**	0,0226**	0,9173	0,6065	0,2291	0,8242
$\epsilon_{FF90}$	<i>t-stat</i>	1,9875	2,2611	0,0659	1,0022	0,9890	-0,1243
	<i>p-value</i>	0,0470**	0,0238**	0,9475	0,3162	0,3227	0,9011
G&K	<i>t-stat</i>	0,3663	1,5565	0,5182	14,3246	28,5536	-10,2592
	<i>p-value</i>	0,7142	0,1197	0,6043	0,0000*	0,0000*	0,0000*
Pk	<i>t-stat</i>	2,2412	4,1208	-0,3960	19,1561	28,5536	-10,2592
	<i>p-value</i>	0,0251**	0,000 *	0,6921	0,0000*	0,0000*	0,0000*

\* Significant at 1% level \*\* Significant at 5% level; \*\*\* Significant at 10% level

Note: V - volume of transactions in euro; NT - number of transactions; VMT - average value of transactions in euro

The major difference found in the results of the regressions applied to shares underlying the index, is that any of the volume measures considered – volume of euro transactions, number of transactions and average value of transactions in euro – have a positive influence on historical volatility, calculated using the Parkinson (1980) and Garman and Klass (1988) measures.

Furthermore, the average value of the transactions in euro can explain the volatility estimates  $|\epsilon_{AA90}|$ ,  $|\epsilon_{AF30}|$ ,  $|\epsilon_{AF180}|$  and  $|\epsilon_{FA90}|$  beyond the measures of historical volatility – note that when considering the PSI-20, the results did not allow us to assess any causality relationship between the average value of the transaction and any of the volatility estimates considered.

Next we test the residuals, in order to check if any of the assumptions of the model is violated. The following conclusions are summarized below:

- (i) the statistical results of the Bera and Jarque test, under the null hypothesis that the regression residues are normally distributed, show that the assumption of normalcy is not violated;
- (ii) the statistical evidence for the null hypothesis of equal variances (Bartlett's test, Levene's test and Brown-Forsythe test) allow us to conclude with 95% confidence, that the null hypothesis cannot be rejected for any of the tests. In this sense, the assumption of homoscedasticity is not violated;
- (iii) the results of the Ljung-Box Q-statistic for the null hypothesis of no autocorrelation in the residuals proposes, with 95% confidence, that the null hypothesis is not rejected.

Given the above, the option was to dispense with additional model adjustment testing, including nonparametric tests. The results, considering both the PSI-20 and the shares underlying the market index, are consistent with studies that positively relate volatility to the volume of transactions in the market, which somehow contradicts the very theory of market efficiency. Indeed, the market efficiency hypothesis maintains that price variability is not explained by turnover, with the demand curve of a title being (approximately) horizontal. In essence, this means that investors can buy or sell any amount of an asset without significantly affecting its market price.

#### **4.2.4. The effect of herding on volatility**

Table 9 shows the results of the regression estimated from equations (8), (9) and (10), which measure the effect of the herding intensity in daily volatility. The estimation of historical volatility is adjusted, "cleaned", for the number of transactions, the volume of transactions in euro and the average of transactions in euro.

From the results obtained, we highlight the fact that the intensity of herding in neutral sequences (Hn), "clean" of the volume effect – the number of transactions, volume of transactions in euro and average value of transactions in euro – can explain the historical volatility estimated using Parkinson's measurement.

Note also that the intensity of *herding* in sequences of high, low and neutral, "clean" of the effect of volume of transactions in euro tends to explain the estimated volatility of the series calculated using closing prices and the profitability of 30 days ( $|\mathcal{E}_{FF30}|$ ).

No additional model adjustment tests were performed because no violation of assumptions was detected. Indeed, the residues are normally distributed; the hypothesis of homoscedasticity and the absence of autocorrelation in the residuals are not rejected.

In short, in the situations identified above, the intensity of herding in the Portuguese capital market during the period of analysis explains its volatility. Thus, the results are consistent with the extensive financial literature that views herding as one of the factors that can destabilize the market [e.g., Banerjee (1992), Bikhchandani *et al.* (1992), Avramov *et al.* (2006)]. In other situations analyzed, we could not find statistical evidence that supports that herding positively influences market volatility.

**Table 9. Results of herding in volatility estimates (PSI-20)**

		Y			H			T		
		Ha	Hb	Hn	Ha	Hb	Hn	Ha	Hb	Hn
E <sub>AA180</sub>	t-stat	-1,0746	-0,7588	-0,2350	-1,4730	-1,0532	0,4143	-1,4831	-1,1607	-1,2249
	p-value	0,2826	0,4480	0,8142	0,1409	0,2924	0,6787	0,1381	0,2459	0,2207
E <sub>AA30</sub>	t-stat	-0,0868	-0,0699	-0,2757	1,0546	0,7812	0,4971	-0,5336	-0,4623	-1,0746
	p-value	0,9308	0,9443	0,7828	0,2917	0,4347	0,6192	0,5936	0,6439	0,2618
E <sub>AA90</sub>	t-stat	-1,6291	-1,1730	-1,0772	-1,0212	-0,7594	-0,5337	-0,7377	-0,5466	-0,3742
	p-value	0,1034	0,2409	0,2815	0,3073	0,4477	0,5936	0,4607	0,5847	0,7083
E <sub>AF180</sub>	t-stat	0,4139	0,2622	0,0683	0,3741	0,1889	-0,0293	0,6748	0,5265	-0,2062
	p-value	0,6790	0,7932	0,9455	0,7084	0,8502	0,9766	0,4998	0,5986	0,8367
E <sub>AF30</sub>	t-stat	-0,0868	-0,0699	-0,2757	0,1055	0,7812	0,4971	-0,5336	-0,4623	-1,0746
	p-value	0,9308	0,9443	0,7828	0,2917	0,4347	0,6192	0,5936	0,6439	0,2826
E <sub>AF90</sub>	t-stat	0,7639	0,4901	1,9305	0,4000	0,2723	-0,8709	0,6831	0,5152	-0,2096
	p-value	0,4450	0,6241	0,0536	0,6892	0,7854	0,3839	0,4946	0,6065	0,8340
E <sub>FA180</sub>	t-stat	-0,5094	-0,4633	-1,9590	-0,4064	-0,3218	-2,0761	-0,6958	-0,5557	-0,5571
	p-value	0,6105	0,6432	0,0502***	0,6845	0,7477	0,0380	0,4866	0,5785	0,5775
E <sub>FA30</sub>	t-stat	1,3985	1,1092	1,2776	0,1348	0,1069	-0,1267	1,0909	0,7976	-0,1393
	p-value	0,1621	0,2675	0,2015	0,8928	0,9149	0,8992	0,2754	0,4251	0,8892
E <sub>FA90</sub>	t-stat	0,2914	0,2036	-0,9908	-0,6702	-0,4940	0,5452	-0,2835	-0,2183	-0,3823
	p-value	0,7708	0,8387	0,3218	0,5028	0,6213	0,5956	0,7768	0,8272	0,7023
E <sub>FF180</sub>	t-stat	-0,3329	-0,2488	-0,2090	0,0269	0,0537	1,1132	0,2755	0,2014	-0,2324
	p-value	0,7392	0,8035	0,8345	0,9786	0,9572	0,2657	0,7829	0,8404	0,8162
E <sub>FF30</sub>	t-stat	2,4616	1,9133	1,9209	-1,1222	-0,8869	-0,9925	-1,2590	-0,9926	0,2676
	p-value	0,0139**	0,0558***	0,0548***	0,2618	0,3752	0,3211	0,2081	0,3210	0,7890
E <sub>FF90</sub>	t-stat	0,0023	-0,0007	-0,0226	0,6814	0,5589	0,7810	1,0063	0,7334	0,0281
	p-value	0,9982	0,9994	0,9820	0,4957	0,5763	0,4349	0,3144	0,4633	0,9776
G&K	t-stat	-0,6526	-0,7797	0,5975	-0,6253	-0,8958	1,0985	-1,2565	-1,1875	0,3182
	p-value	0,5140	0,4356	0,5502	0,5318	0,3867	0,2721	0,2090	0,2351	0,7504
Pk	t-stat	0,3428	0,4692	2,7478	-0,1324	-0,1779	2,2493	0,2167	0,3530	2,3996
	p-value	0,7318	0,6390	0,006*	0,8947	0,8588	0,0246**	0,8284	0,7241	0,0165**

\* Significant at 1% level \*\* Significant at 5% level; \*\*\* Significant at 10% level  
 $v, \eta, \tau$ : dependent variables of the equations (8), (9) and (10)

### 4.3. Relationship between herding and profitability

Examining the relationship between profitability and herding, estimated through the regression in accordance with equation (11), we obtained the statistics presented in Table 10.

**Table 10. Results of the regression between herding and profitability (PSI-20)**

		$H_{a,t}$	$H_{b,t}$	$H_{n,t}$
$H_{i,t-j}$	t-stat	19,9960	9,2823	4,7583
	p-value	0,0000*	0,0000*	0,0000*
$R_{t-j}$	t-stat	1,0847	1,2817	2,6268
	p-value	0,2781	0,2000	0,0087*

\* Significant at 1% level

Our estimates lead us to the conclusion (with 99% confidence) that the intensity of herding in the current period is explained by the intensity of herding during the previous period. Moreover, the statistical results show that profitability is only statistically significant (with a level of significance of 1%) when explaining the intensity of herding in neutral sequences (Hn), characterized by price stability.

Thus, we conclude that the profitability of the index positively influences the intensity of herding in neutral sequences. Interestingly, the profitability of the index cannot explain the remaining sequences of herding, initiated by the buyer or by the seller and which, therefore, are characterized by prices variation. Finally, Table 11 summarizes the results of the estimated regression between profitability and intensity of herding, according to equation (12).

**Table 11. Results of the regression between intensity of herding and profitability (PSI-20)**

		Ha,t	Hb,t	Hn,t
$H_{i,t-j}$	<i>t-stat</i>	3,8358	4,9883	9,3239
	<i>p-value</i>	0,0002*	0,0000*	0,0000*
$S_{t-j}$	<i>t-stat</i>	2,2685	2,4428	3,5453
	<i>p-value</i>	0,0248**	0,0158**	0,0005*

\* Significant at 1% level; \*\* Significant at 5% level

The results indicate that none of the parameters is statistically significant and, therefore, that herding produces no change in profitability. This conclusion reinforces the previous results, where only a positive influence was found between herding and Parkinson's historical volatility and between herding and volatility calculated using closing prices (applied to the profitability of the last 30 days).

## 5. Conclusion

The behavioural approach to finances has considerably contributed to explain the mechanisms of the capital markets. Admitting that investors' behaviour may have a direct impact in the price of assets, influencing market volatility, constitutes a "giant step forward" in the field of finance. In effect, from the market efficiency theory to behavioural sciences, a long way must be run.

Market micro-structure is one of the most fascinating areas of finance, and many studies have been dedicated to pointing out the weaknesses of the market efficiency hypothesis. Despite the undeniable contribution of this theory, the truth is that some of the criticisms are easily understandable.

It is common sense that profit opportunities are there for "first hand" holders of information, tending to disappear as it spreads in the market and it is incorporated into asset prices. If everyone has access to the same information at the same moment in time, as suggested by the market efficiency theory, opportunities for profit will be minimal, if not non-existent. In addition, there is the fact that the majority of investors are rational which means that when confronted with the same information, they make identical investment decisions, considered to be the best among all possible. As a result, one can ask whether herding behaviour is a consequence of the rationality of investors. This is not the same as the market efficiency theory, which considers phenomena such as herding behaviour, feedback trading and noise-trading to be trading market anomalies.

To treat these phenomena as mere anomalies is to deny the evidence that (un)fortunately the Portuguese capital market has insisted on demonstrating, today, more than ever, the Portuguese financial market is suffering the effects of investors' expectations. The emotions of market participants, the (mis)information, the noise and the speculation are just some of the factors that contribute significantly to the process of price formation.

The present study has sought to analyse the behaviour of investors, particularly through the study of herding behaviour and its relationship with volatility and profitability.

A first conclusion refers that results demonstrate in regard to the shares included in the market index, traders tend to systematically mimic each other, consistent with, for example, the results obtained by Blasco *et al.* (2009). Indeed it is apparent, the predominance of high levels of herding in the transaction of shares underlying the PSI-20, particularly in sequences initiated by the buyer or the seller, when a price variation is registered.

Once the sample included shares underlying the market index and thus considered (at least from a theoretical standpoint) glamour stocks, the results appear consistent with authors like Black (1976), Froot *et al.* (1992) and Hirshleifer *et al.* (1994) who refer investors' preference for this type of share against value stocks. Moreover, the results are still in line with authors such as Farrar and Girton (1981) and Del Guercio (1996) who reported that investors adjust their portfolios to the market index and prefer shares of bigger companies to those of neglected firms., although literature reveals that the latter have higher profitability.

A second conclusion to be drawn from this investigation relates to the volatility estimates – absolute return residuals and historical volatility. Results confirm that from July 1998 to June 2010, the Portuguese capital market showed levels of high and asymmetrical volatility, with greater probability for gain than for loss of the same magnitude.

On the other hand, the results of the regression estimates for this purpose, are in accordance with authors as Schwert (1989), Gallant *et al.* (1992) or Daigler and Wiley (1999), who positively relate market volatility to the volume of assets traded in capital markets. That conclusion opposes the market efficiency hypothesis, particularly because this theory believes that the demand curve of a title is (approximately) horizontal, and thus investors can buy or sell any amount of an asset without its price is significantly affected.

The existence of herding and a high (and asymmetrical) volatility in the capital market during the period is undeniable. In spite of this, the results are minimal when we attempt to determine the causal relationship between the intensity of herding and market volatility. Thus, the results obtained are consistent with authors such as Banerjee (1992), Bikhchandani *et al.* (1992) and Avramov *et al.* (2006), who propose herding as one cause for market volatility. In the present study, this relationship is established for the following situations: (i) in neutral sequences, the intensity of herding ("cleaned" of the effects of volume) explains the historical volatility estimated by the Parkinson measurement; (ii) in any one of the sequences considered (high, low or neutral), the intensity of herding ("cleaned" of the effect of trading volume in euro) positively influences the volatility calculated using closing prices ( $|E_{FF30}|$ ).

In the remaining situations, herding is not perceived to be an explaining factor for the volatility recorded in the Portuguese capital market between July 1998 and June 2010. These findings are further strengthened by the results of the statistical tests that confirm that herding produces no change in profitability.

In short, we can state that between July 1998 and June 2010, the Portuguese capital market recorded a high intensity of herding, which is more significant when there is price variation. Moreover, the market is volatile and asymmetric, with an increased probability for gain than for loss of the same magnitude. However, despite the existence of a positive relationship between herding and market volatility, the truth is that the results obtained are scarce in this sphere – intensity of herding can only explain historical volatility, estimated using the Parkinson measurement (1980), and volatility calculated using closing prices and profitability after 30 days. Statistical tests strengthen these results, confirming that intensity of herding has no impact on the profitability of the market index.

## References

- Alevy, J., Haigh, M., and List, J. 2003. Information cascades: evidence from a field experiment with financial market professional. Working Paper 03-15. Department of Agricultural and Resource Economics The University of Maryland, College Park
- Avramov, D., Chordia, T., and Goyal, A. 2006. The impact of trades on daily volatility. *The Review of Financial Studies* 19 (4): 1241-1277.
- Baker, M., and Wurgler, J. 2007. Investor Sentiment in the Stock Market. *Journal of Economic Perspectives* 21(2), 129-151
- Baker, M., Wurgler, J., and Yuan, Y. 2012. Global, Local, and Contagious Investor Sentiment. *Journal of Financial Economics* 104(2): 272-287
- Banerjee, A. 1992. A model of herd behaviour. *Quarterly Journal of Economics* 107: 797-817.
- Bhushan, R., Brown, D., and Mello, A. 1997. Do noise traders create their own space? *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 32: 25-45.
- Bikhchandani, S., and Sharma, S. 2000. Herd Behaviour in Financial Markets. IMF Staff Papers, 47(3), 279–310. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/3867650>
- Bikhchandani, S., Hirshleifer, D. and Welch, I. 1992. A theory of fads, fashion, custom, and cultural change as informational cascades. *Journal of Political Economy* 100: 992-1096.
- Black, F. 1976. The dividend puzzle. *Journal of Portfolio Management* 2: 5-8.
- Blasco, N., Corredor, C., Ferruela, G. 2009. The implications of herding on volatility. The case of the Spanish stock market. Working paper. Universidad Publica de Navarra. DT 98/09.
- Chan, K., and Fong, W. 2006. Realized volatility and transactions. *Journal of Banking & Finance* 30 (7): 2063-2085.
- Chang, E., Cheng, J., and Khorana, A. 2000. An examination of herd behaviour in equity markets: an international perspective. *Journal of Banking and Finance* 24: 1651-1679.
- Daigler, R., and Wiley, M. (1999). The impact of trader type on the futures volatility – volume relation. *Journal of Finance* 52: 2297-2316.
- Del Guercio, D. (1996). The distorting effect of the prudent-man laws on institutional equity investments. *Journal of Financial Economics* 40: 31-62.
- Devenow, A. and Welch, I. 1996. Rational herding in financial economics. *European Economic Review* 40, 603-615
- Farrar, D., and Girton, L. 1981. Institutional investors and concentrations of financial power: berle and means revisited. *Journal of Finance* 36: 369-381.
- Filip, A., Pece, A., Pochea, M. (2015). An Empirical Investigation of Herding Behaviour in CEE Stock Markets under the Global Financial Crisis, *Procedia Economics and Finance* 25: 354-361
- Friedman, B. 1984. Discussion of Shiller. *Brookings Papers on Economic Activity*: 504-508.
- Froot, K., Scharfstein, D., Stein, J. 1992. Herd on the street: informational inefficiencies in a market with short-term speculation. *Journal of Finance* 47: 1461-1484.
- Gallant, R., Rossi, P., and Tauchen, G. 1992. Stock priecs and volume. *Review of Financial Studies* 5: 199-242.
- Garman, M., and Klass, M. 1988. On the estimation of security price volatilities from historical data. *Journal of Business* 53: 67-78.
- Gompers, P. and Metrick, A. 2001. Institutional investors and equity prices. *Quartely Journal of Economics* 116: 229-260.

- Henker, J., Henker, T., and Mitsios, A. 2006. Do investors herd intraday in the Australian equities? *International Journal of Managerial Finance* 2 (3): 196-219.
- Hirshleifer, D. and Teoh, S. 2001. Herd Behaviour and Cascading in Capital Markets: A Review and Synthesis. Munich Personal RePEc Archive MPRA. Paper No. 5186, posted 7. October 2007 Online at <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/5186/>
- Hirshleifer, D., Subrahmanyam, A., Titman, S. 1994. Security analysis and trading patterns when some investors receive information before others. *Journal of Finance* 49: 1665-1698.
- Hwang, S., and Salmon, M. 2004. Market stress and herding. *Journal of Empirical Finance* 11: 585-616.
- Jain, A., and Gupta, S. 1987. Some Evidence on "Herding" Behaviour of U. S. Banks. *Journal of Money, Credit and Banking*, 19(1), 78–89.
- Lakonishok, J.; Shleifer, A.; Thaler, R., and Vishny, R.W. 1994. Contrarian investment, extrapolation, and risk. *Journal of Finance* 49: 1541-1478.
- Lintner, G. (1998). Behavioural finance: Why investors make bad decisions. *The Planner* 13 (1): 7-8.
- Lugo, S., Croce, A., and Faff, R. (2015). Herding Behaviour and Rating Convergence among Credit Rating Agencies: Evidence from the Subprime Crisis. *Review of Finance*, 19 (4):1703-1731.
- Maug, E., and Naik, N. (2011). *Herding and delegated portfolio management*. The impact of relative performance evaluation on asset allocation. *Quarterly Journal of Finance*, 01:265
- Parkinson, M. (1980). The random walk problem: extreme value method for estimating the variance of the displacement. *Journal of Business* 53: 61-65.
- Patterson, D., and Sharma, V. (2010). The Incidence of Informational Cascades and the Behavior of Trade Interarrival Times During the Stock Market Bubble. *Macroeconomic Dynamics* 14 (Supplement 1): 111-136
- Puckett, A., and Yan, X. (2008). The determinants and impact of short-term institutional herding. Working paper. Available at SSRN (<http://ssrn.com/abstract=972254>)
- Rajan, R. (1994). Why credit policies fluctuate: a theory and some evidence. *Quarterly Journal of Economics* 436: 399-442.
- Roll, R. (1992). A mean/variance analysis of tracking error. *Journal of Portfolio Management* (Summer): 13-22.
- Scharfstein, D., and Stein, J. (1990). Herd behaviour and investment. *American Economic Review* 80: 465-479.
- Schwert, W. (1989). Why does stock market volatility change over time?. *Journal of Finance* 44: 1115-1153.
- Sias, R. (2004). Institutional herding. *Review of Financial Studies* 17 (1): 165-206.
- Tan, L., Chiang, C., Mason, J., and Nelling, E. (2008). Herding behaviour in Chinese stock markets: An examination of A and B shares. *Pacific-Basin Finance Journal*, 16 (1–2), p. 61-77
- Trueman, B. (1994). Analyst forecasts and herding behaviour. *Review of financial studies* 7: 97-124.
- Wermers, R. (1999). Mutual fund herding and the impact sock prices. *Journal of Finance* 54: 581-622.



## Modelos para otorgamiento y seguimiento en la gestión de riesgo de crédito

MILLÁN SOLARTE, JULIO CÉSAR

Departamento de Contabilidad y Finanzas, Facultad de Administración  
Universidad del Valle, Cali (Colombia)

Correo electrónico: julio.millan@correounivalle.edu.co

CAICEDO CEREZO, EDINSON

Departamento de Contabilidad y Finanzas, Facultad de Administración  
Universidad del Valle, Cali (Colombia)

Correo electrónico: edinson.caicedo@correounivalle.edu.co

### RESUMEN

Esta investigación muestra la aplicación y desempeño de tres modelos para la clasificación de solicitantes de créditos: el modelo de análisis discriminante, el de regresión logística y el de redes neuronales; técnicas empleadas por las instituciones financieras en el cálculo del *scoring* de crédito. Los resultados obtenidos muestran un mejor desempeño del modelo de redes neuronales en comparación con el de regresión logística y análisis discriminante, logrando una tasa de aciertos en la clasificación del 86.9%. Para los tres modelos se emplearon catorce variables que informan sobre las características socioeconómicas del prestatario y sobre las características propias de la operación crediticia. En el ámbito de la gestión financiera, este resultado es importante dado que puede complementarse con el cálculo de la probabilidad de incumplimiento, con los montos expuestos en cada operación de crédito y con la tasa de recuperación de la entidad para establecer el valor de las pérdidas esperadas a nivel individual y a nivel del portafolio de créditos de la entidad.

**Palabras claves:** *scoring* de crédito; riesgo de crédito; probabilidad de incumplimiento; análisis discriminante; regresión logística; redes neuronales.

**Clasificación JEL:** C14; C45; C51; D14.

**MSC2010:** 91G40; 62M45; 62G08; 91G70; 91B82.

# Models for Granting and Tracking in Credit Risk Management

## ABSTRACT

This research shows the application and performance of three models for the classification of credit applicants: discriminant analysis, logistic regression and neural networks; techniques used by financial institutions for the calculation of credit scoring. The results show a better performance of the neural network model compared to logistic regression and discriminant analysis, achieving a success rate of 86.9% in the classification. For the three models, fourteen variables were used to inform about applicant's socioeconomic characteristics and those of the credit operation. In the area of credit risk management, this result is relevant since it can be complemented by the calculation of default probability, the exposure at default and the recovery rate of the entity to establish the value of expected losses at both the individual level and the whole credit portfolio of the entity.

**Keywords:** Credit scoring; credit risk; default probability; discriminant analysis; logistic regression; neural networks.

**JEL classification:** C14; C45; C51; D14.

**MSC2010:** 91G40; 62M45; 62G08; 91G70; 91B82.



## 1. Introducción

El tema de riesgo en el ámbito financiero siempre será cuestión de discusión por varios factores propios a las implicaciones que tiene sobre el desempeño financiero de las actividades de inversión o de financiación, que realiza una entidad o un individuo.

Para posibilitar su estudio, generalmente el riesgo financiero se ha clasificado en riesgo de mercado, riesgo de crédito y riesgo operativo (McNeil et al., 2005).

El riesgo de crédito, según McNeil et al. (2005), se define como las pérdidas originadas por el incumplimiento en las obligaciones contraídas (por ejemplo créditos, bonos), incumplimiento generado por varios factores, entre los que se pueden mencionar los movimientos bruscos en el mercado de activos financieros, situaciones de iliquidez, imposibilidad de ejecutar garantías o cobros. De Lara Haro (2005) define el riesgo de crédito como la pérdida potencial que se registra con motivo del incumplimiento de una contraparte en una transacción financiera (o en alguno de los términos y condiciones de la transacción). También se concibe como un deterioro en la calidad crediticia de la contraparte o en la garantía o colateral pactado originalmente.

En este sentido, las decisiones relativas al otorgamiento y seguimiento de créditos son vitales para cualquier tipo de institución financiera, ya que se pueden originar grandes pérdidas financieras generadas por el retraso, o no pago de las obligaciones (Yu et al, 2008). Un buen número de estas instituciones, emplean el juicio y la experiencia de los analistas de crédito en la selección de sus clientes, es decir se realiza el estudio de cada solicitud por separado, otras instituciones emplean un sistema de calificación crediticia (scoring de crédito), o realizan ambas tareas para aprobar o rechazar una solicitud y en relación con el producto solicitado.

Generalmente, en un sistema de scoring de crédito se revisan y evalúan los datos del solicitante que informan sobre su situación financiera, historial de pagos y antigüedad en el empleo, entre otras variables, información que permitirá distinguir entre un "buen" y un "mal" solicitante (Hand & Henley, 1997), el proceso se realiza tomando una muestra del historial de clientes (Thomas et al., 2004), por lo general, los modelos de scoring de crédito se ocupan de dos clases de crédito, préstamos de consumo y préstamos comerciales (Thomas et al., 2002). En el campo de la gestión del riesgo de crédito, se han aplicado muchos modelos y algoritmos que buscan brindar apoyo en la calificación crediticia, incluyendo técnicas estadística, algoritmo genético y redes neuronales (Yu et al., 2008).

Para estimar el nivel de riesgo de los prestatarios, se asigna una probabilidad de default (PD) diferente para cada uno de ellos, este un indicador ampliamente empleado en las instituciones financieras. La PD indica que una contraparte determinada no podrá cumplir con sus obligaciones. La errónea estimación de la PD conduce a calificaciones no adecuadas, precios incorrectos de los instrumentos financieros, subestimación del colateral, entre otros eventos. La probabilidad de incumplimiento es también un parámetro utilizado en el cálculo del capital económico o del capital regulatorio bajo el enfoque de Basilea II en una institución financiera.

Esta investigación tiene como propósito principal emplear las variables que se utilizan con mayor frecuencia en los sistemas de scoring de crédito (calificación y clasificación), analizando el desempeño de cuatro técnicas: El análisis discriminante, la regresión logística, las redes neuronales y un modelo híbrido, luego con la información obtenida se podría estimar las probabilidad de incumplir en los pagos, como una función de la calificación calculada, insumo útil en la estimación de la pérdida esperada por exposición al riesgo de crédito y en la determinación del capital necesario para la cobertura de dichas pérdidas.

## 2. Revisión de la literatura

### 2.1 Modelos de Scoring

El credit scoring es un método estadístico para estimar la probabilidad de incumplimiento (default) de un prestatario, usando su información histórica y estadística para obtener un indicador que permita distinguir los buenos deudores de los malos deudores. Los modelos de scoring de crédito son empleados para evaluar el riesgo de crédito a nivel individual de un deudor o persona que este solicitando un crédito.

Hand & Henley (1997), los definen como los métodos estadísticos utilizados para clasificar a solicitantes de un crédito o a quienes son ya clientes de la entidad evaluadora en las categorías “bueno” y “malo”.

Kiefer & Larson (2006) indican que los modelos de scoring son empleados para clasificar a los solicitantes del crédito con base en su desempeño esperado, igualmente analizan las ventajas de utilizar modelos paramétricos y no paramétricos empleando un modelo estilizado simple.

Gutiérrez (2007) indica que los modelos de scoring son muy importantes en el proceso de gestión del crédito, su trabajo busca explicar en detalle la construcción, composición y operatividad de estos modelos, emplean para ilustración una base de datos del sistema financiero argentino.

La información que arroja el scoring, aunada a la disponible en la solicitud del crédito permite el análisis del solicitante para tomar la decisión de otorgar o no el crédito. El objetivo de un modelo de scoring de crédito es en esencia realizar la distinción entre un buen solicitante de un crédito (bajo riesgo de default) y un mal solicitante (alto riesgo de default).

### 2.2 Análisis discriminante

Este método se utiliza para realizar la clasificación de diferentes individuos en grupos, a partir de los valores de las variables observadas sobre los individuos objeto de categorización. Cada individuo pertenecerá a un solo grupo. En la gestión del riesgo de crédito específicamente se busca detectar si el solicitante de un préstamo pertenecerá en el futuro al grupo de personas que devuelven el crédito o por el contrario pertenecerá al grupo de personas que no lo hacen.

En su desarrollo el análisis discriminante se emplea sobre una población previamente dividida en grupos (para riesgo de crédito generalmente se emplean dos grupos, grupo cumplidos en el pago del crédito y grupo incumplidos en el pago del crédito), el análisis discriminante encuentra una función que permite, con un grado determinado de certeza explicar esta división de los grupos, lo que se conoce generalmente como visión explicativa, obtenida esta función se puede emplear para clasificar a nuevos individuos en alguno de los grupos en los cuales se encuentra dividida la población, lo que se ha denominado como visión predictiva.

Se busca estimar la relación entre una única variable dependiente no métrica (categórica) y un conjunto de variables independientes métricas así:

$$Y_i = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n, \quad (1)$$

donde  $Y_i$  es una variable no métrica (categórica) y  $X_i$  (con  $i = 1$  hasta  $n$ ) es una variable métrica. De acuerdo con Lee et al. (2002), la expresión general del análisis discriminante es:

$$Z = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n, \quad (2)$$

donde  $Z$  es el score (puntuación zeta) discriminante,  $\alpha$  es el término intercepto y  $\beta$  representa el coeficiente respectivo en la combinación lineal de las variables explicativas  $X_i$ .

Cuando a los solicitantes del crédito se les quiere clasificar en dos grupos (cumplido e incumplido), bastará con una función discriminante  $Z$ , pero si se les quiere clasificar en tres grupos, harán falta dos funciones discriminantes. En general serán necesarias  $K-1$  funciones discriminantes donde  $K$  es el número de grupos en que se divide la población.

El objetivo en este análisis es obtener una función discriminante con alto poder de clasificación y conocer qué variables determinan la pertenencia a cada grupo. Uno de los métodos empleados es el de inclusión por pasos, en este procedimiento (paso a paso) puede ingresar, y también ser excluida cualquier variable independiente, que cumpla o no, con los siguientes requisitos: Valor requerido del estadístico  $F$ , tenga un valor más pequeño del estadístico Lambda de Wilks (este indicador para un conjunto de variables independientes mide las desviaciones dentro de cada grupo respecto a las desviaciones totales) y que el nivel de tolerancia sea lo más cercano a uno, la tolerancia es un indicador de la asociación lineal entre las variables independientes.

El otro método utilizado se denomina introducción conjunta de variables independientes.

Efectuado el análisis discriminante, se verificará que la función discriminante sea significativa y la bondad del ajuste sea aceptable, después de ejecutada esta tarea, el interés se colocará en interpretar los resultados, para ello se deben examinar las funciones discriminantes obtenidas y establecer la importancia relativa de cada variable independiente en el momento de realizar la discriminación entre los grupos. Los métodos generalmente empleados para ello son:

- i) Análisis de los coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes de Fisher
- ii) Análisis de la matriz de estructura y
- iii) Análisis del estadístico  $F$  univariante.

Una utilidad importante del análisis es la clasificación de los deudores en diferentes categorías de riesgo, esto se puede llevar a cabo empleando las funciones discriminantes de Fisher, para obtener las probabilidades de impago, esta probabilidad se utiliza para indicar la pertenencia a alguna de las categorías definidas, con este procedimiento se puede diseñar un sistema interno de rating estructurado en diferentes grados de riesgo.

### 2.3 Regresión logística

El modelo de regresión logística permite estimar la probabilidad que el cliente de una institución financiera incumpla en sus pagos, el cálculo de la probabilidad de incumplimiento para cada crédito se puede realizar haciendo uso del modelo de regresión logística, tal como lo plantea Gujarati (2003), este modelo pertenece al grupo de modelos de elección binaria, la función de distribución acumulada en la que se basa el modelo es la función logística. Wiginton (1980) fue uno de los primeros en publicar resultados de scoring de crédito empleando regresión logística.

Si se consideran los clientes de una entidad financiera, a los cuales se le ha otorgado un crédito y denotando como  $Y$  la variable que representa el cumplimiento o incumplimiento del cliente;  $Y$  toma el valor de 1 cuando el cliente incumple y 0 cuando el cliente no incumple.

La probabilidad  $P_i$  de incumplimiento de una persona se puede notar como:

$$P_i = P(Y_i = 1) \tag{3}$$

La probabilidad de incumplimiento de un cliente se puede explicar en función de un conjunto de factores  $X = (X_1, X_2, \dots, X_p)$ , en este sentido la probabilidad  $P_i$  está determinada por la siguiente ecuación:

$$P_i = E(Y_i = 1 | X) = \frac{\text{Exp}(\beta X)}{1 + \text{Exp}(\beta X)} \tag{4}$$

La anterior ecuación representa la función de distribución logística, se puede verificar que si  $X$  está comprendida entre  $(-\infty, \infty)$ ,  $P_i$  está en el intervalo  $(0,1)$  además de que  $P_i$  está relacionada en forma no lineal con  $X_i$ .

Los coeficientes asociados a los factores  $X$ , esto es, los  $\beta_i$ , están representando la contribución del factor  $X_i$  en la explicación de la probabilidad de incumplimiento de la persona analizada. Si  $\beta_i$  es menor que cero, entonces se menciona que a medida que se incrementa el valor del factor  $X_i$  la probabilidad de incumplimiento disminuye; si  $\beta_i$  es mayor que cero indica que un incremento del valor del factor  $X_i$ , incrementaría la probabilidad de incumplimiento del cliente.

La regresión logística ha sido ampliamente utilizada en la estimación de las probabilidades de incumplimiento por ejemplo en los trabajos de Xiao et al. (2006), Tsai et al. (2009), Yap et al. (2011), Lawrence & Arshadi (1995) y Hamdi & Mestiri (2014). Otras investigaciones han comparado los resultados obtenidos en el scoring de crédito para predecir el incumplimiento en el pago de obligaciones, empleando un modelo de regresión logística, con los de un modelo de regresión logística difusa por ejemplo en Sohn et al. (2016), igualmente con otras técnicas de obtención de scoring como lo muestran Akkoç (2012), Kiruthika & Dilsha (2015).

## 2.4 Redes neuronales

Una red neuronal es un sistema que recibe entradas numéricas y genera salidas de uno o más valores numéricos. Estas redes son un intento de crear redes que funcionen de una manera muy similar al cerebro humano, utilizando componentes que se comportan como el cerebro. En el cerebro humano las señales electrónicas se llevan a una neurona por un gran número de dendritas, entonces tiene lugar la conversión de señales a pulsos eléctricos, enviados en un axón a un número de sinapsis, que transfieren ideas o información a las dendritas de otras neuronas. Por tanto, una neurona puede enviar o recibir una señal hacia o desde otras neuronas. Entonces una red neuronal consiste en elementos cada uno de los cuales recibe un número de entradas y genera una sola salida.

Lee et al. (2002), indican que las características esenciales de una red neural son los nodos (organizados en capas), la arquitectura de la red, que describe la conexión entre los nodos, y el algoritmo utilizado para encontrar los valores de los parámetros de la red (pesos). Las capas de una red pueden ser:

- De entrada, conformadas por las neuronas que introducen las pautas de entrada en la red, en estas neuronas no se realiza procesamiento.
- Ocultas (intermedias) conformadas por las neuronas cuyas entradas vienen de capas anteriores y sus salidas pasaran a neuronas de capas siguientes.
- De salida, formadas por neuronas que sus valores indican la salida de toda la red, para el scoring de crédito la variable de salida indicaría la probabilidad de impago.

Para efectos de clasificación, se utiliza la red neuronal denominada perceptron multicapa (MLP). La red de trabajo está formada por una capa de entrada, una o más capas ocultas, y una capa de salida, esto es lo que generalmente se conoce como arquitectura de la red; cada una de estas capas contiene varias neuronas. Cada neurona procesa los valores de entrada (atributos) y genera un valor de salida que es transmitido a las neuronas de la capa siguiente. Cada neurona en la capa de entrada (con subíndices  $i=1, 2, 3, \dots, n$ ) entrega el valor de una variable predictor (una característica) a partir de un vector  $x$ . Cuando se obtiene la distinción entre default y no default, entonces el valor de la neurona de salida es adecuado.

## 2.5 Árboles de decisión

Este método se encuentra clasificado dentro de las técnicas no paramétricas de cálculo de scoring de crédito, esto significa que no utilizan supuestos de distribución iniciales. Henley & Hand (1996) los ubican dentro de los métodos de partición recursiva, la finalidad de una partición recursiva es

dividir un conjunto de observaciones-datos en conjuntos disjuntos con el objetivo de aumentar la homogeneidad, cuando la partición es originada por la evaluación de una condición que tiene solamente dos alternativas, por ejemplo cumplido o incumplido, se conoce como partición recursiva binaria. En esta técnica se emplean reglas de clasificación hasta conseguir una categorización final, en donde se obtienen tanto los posibles resultados de un evento como la probabilidad de ocurrencia.

El objetivo de los árboles de decisión es predecir o clasificar una variable objetivo dependiente a través de la combinación y partición de variables independientes. Este método es muy útil en la selección de variables significativas entre una gran cantidad de variables. El resultado de un árbol (nodos finales) indica las variables independientes que se encuentran más fuertemente relacionadas (directa o inversa) con la variable dependiente, además indica los rangos de la variable dependiente en los cuales existe una mayor concentración del valor de la variable independiente (segmentación), permitiendo también la estratificación, predicción y exploración.

El método en su desarrollo implementa nodos (que corresponden a cada grupo o subgrupo de casos) que pueden ser: nodo raíz (es el primer nodo que representa la muestra completa y en el que se describen las diferentes categorías de la variable de interés), nodos filiales-rama (nodos que se crean cuando se particiona un nodo) y nodo terminal-rama (que corresponde al último nodo). Cuando se construyen modelos de scoring de crédito, las probabilidades de incumplimiento siempre se van a obtener en los nodos terminales, esto se realiza identificando el número de créditos incumplidos en un nodo final respecto del número de créditos que están en cada uno de los nodos finales, lo que significa que se tendrían tantas probabilidades de incumplimiento como nodos terminales hayan. Algunos algoritmos utilizados para realizar el estudio entre la variable dependiente y la independiente son CHAID (Chi-square Automatic Interaction Detection), CART (Classification And Regression Trees).

Los estudios de Baesens et al. (2003), Abdou & Pointon (2011), Brown & Mues (2012), realizan un análisis de datos en donde comparan los resultados obtenidos en scoring de crédito empleando varios métodos de clasificación, entre ellos los árboles de decisión.

## **2.6 Modelos Híbridos**

Los modelos hasta aquí presentados, han sido utilizados en forma satisfactoria en cuanto al manejo de los datos y resultados obtenidos, las investigaciones y desarrollos relacionados en la gestión del riesgo financiero y en particular del riesgo de crédito, han buscado la construcción de nuevos métodos que propendan por una mejor evaluación y desempeño en torno a la predicción y calificación que se busca con ellos, son varias las investigaciones que sobre este aspecto se han llevado a cabo, un direccionamiento en este sentido ha sido la construcción de modelos híbridos, lo cuales combinan técnicas que pueden analizarse en forma separada o conjunta. En general, un modelo híbrido se basa en combinar técnicas de agrupamiento y clasificación, en Lenard et al. (1998), se propone un modelo que emplea la técnica de clustering (clasificación) como método de aprendizaje no supervisada, el cual es entrenado inicialmente y su salida utilizada posteriormente como entrada en una técnica de agrupamiento, buscando mejorar el resultado final. Steinberg & Cardell (1998) plantean una técnica para ayudar a resolver problemas de clasificación de varias tipologías, el trabajo lo elaboran mediante la hibridación de dos métodos de clasificación típicos, árboles de decisión y regresión logística, herramientas útiles en la minería de datos, detallan la manera de implementar este enfoque desde el punto de vista teórico y práctico. Lee et al. (2002), establecen un modelo híbrido entre redes neuronales artificiales (ANN) y análisis discriminante (DA), utilizan las redes neuronales tipo back propagation (BPN), encuentran que el modelo híbrido converge más rápido hacia una solución que una ANN tradicional, en primera instancia el DA es utilizado para determinar las variables apropiadas que alimentarán una ANN. En el trabajo de Hsieh (2005) empleando la minería de datos se construye un modelo híbrido que junta las redes neuronales artificiales y el método de clustering, el modelo resultado es empleado para obtener el

scoring de crédito. El estudio elaborado por Huanh, Chen & Wang (2007) lleva a cabo una combinación entre la técnica de máquinas de soporte vectorial (SVM) y los algoritmos genéticos (GA), para emplearlo en una base de datos del repositorio UCI, los resultados del modelo se comparan con los obtenidos por las dos técnicas utilizadas individualmente y también con el empleo de redes neuronales y árboles de decisión; Espín-García & Rodríguez-Caballero (2013) elaboran un modelo híbrido combinado árboles de decisión y regresión logística empleado para obtener la clasificación de clientes sin referencias de crédito en una entidad financiera en México.

Otros métodos empleados para para obtener puntuaciones crediticias son el método del vecino más cercano (Fix & Hodges1952, Chatterjee & Barcun, 1970; Henley & Hand,1996; Hastie et al. 2005), el método de sistemas automáticos de soporte vectorial (Vapnik, 1998), método de lógica difusa (Hoffmann et al.2007; Malhotra & Malhotra,1999; Tang & Chi,2005).

### **2.7 Probabilidad de incumplimiento**

El evento de incumplimiento en una operación crediticia es objeto de asignación de una probabilidad de ocurrencia, la cual puede analizarse a nivel del acreditado, o deudor. De acuerdo con Crosbie (1997) citado por Elizondo & Altman (2003) los elementos que deben considerarse en el análisis del riesgo de crédito individual son:

- i) La probabilidad de incumplimiento obtenida como la frecuencia relativa con la que ocurre el evento en el que la contraparte no cumpla con las obligaciones contractuales e incumpla en el compromiso contraído.
- ii) La tasa de recuperación, referida a la proporción de la deuda que podrá ser recuperada cuando que la contraparte ha entrado en incumplimiento.
- iii) La migración del crédito, que indica el grado con que la calidad o calificación del crédito puede mejorar o deteriorarse.

## **3. Metodología**

Este análisis de carácter cuantitativo, tiene como objetivo estudiar los datos y variables que caracterizan los solicitantes de crédito con el fin de obtener una metodología de clasificación como buen o mal cliente (0 y 1) en función de la probabilidad de cumplimiento con la obligación crediticia contraída, empleando para ello técnicas estadísticas como el análisis discriminante y la regresión logística, también se utilizan las redes neuronales, clasificadas como técnicas de inteligencia artificial y un modelo híbrido que combina los árboles de decisión con la regresión logística.

Los resultados obtenidos pueden emplearse para estimar la probabilidad de incumplimiento (PD) de cada uno de los créditos analizados. Con el propósito de evaluar el desempeño de los modelos elaborados se construye la curva de operaciones características (ROC) y la matriz de confusión o tabla de clasificación.

### **3.1 Datos y variables**

Se empleará una base de datos conformada por 673 registros de clientes de una entidad financiera en Colombia, que no hacen parte del buró de créditos central, los datos fueron obtenidos en un periodo de doce meses entre los años 2014 y 2015, el conjunto de datos brinda información de los créditos otorgados a personas naturales, permitiendo conocer las características del deudor y de la operación crediticia. Las variables independientes son similares a las utilizadas en los trabajos de Avery et al. (2004), Quintana (2005), Boj et al. (2009), Rayo et al. (2010) y Villano (2013).

En la tabla 1 se muestra las variables empleadas en cada uno de los modelos y referidas a cada solicitante del crédito.

Tabla 1. Variables utilizadas

Nombre de la Variable	Nombre de la Variable
Estado actual	Préstamo
Género	Plazo
Edad	Ingreso/ deuda
Actividad económica	Línea crédito
Estado civil	Tasa de interés
Tipo vivienda	Garantía
Número personas a cargo	

Fuente: Elaboración propia

### 3.2 Resultados empleando análisis discriminante

El propósito principal de un análisis discriminante es predecir la pertenencia a un grupo determinado con base en una combinación lineal de un conjunto variables métricas. El procedimiento comienza con un conjunto de observaciones donde se conoce tanto la pertenencia al grupo y los valores de las variables. El resultado final del procedimiento es un modelo que permite la predicción de la pertenencia al grupo cuando se conocen sólo las variables independientes.

Para esta investigación se utilizó el método de inclusión por pasos con el fin de conocer la significancia individual de cada variable en la función discriminante, lo que permite la construcción de una función que emplee las variables más útiles en la clasificación y obtener la contribución individual de cada variable al modelo discriminante, en la tabla 2 se observa como finalmente fueron seleccionadas cuatro variables (clasificadoras) las cuales como se mencionó en la sección 2.2 cumplen con los valores requeridos de los estadísticos Lambda de Wilks y F, para este análisis tienen significancia estadística.

Tabla 2. Variables introducidas/excluidas

Paso	Variables Introducidas	Lambda de Wilks							
		Estadístico	gl1	gl2	gl3	Estadístico	gl1	gl2	Sig.
1	Vivienda	,948	1	1	671,000	36,733	1	671,000	,000
2	Garantía	,910	2	1	671,000	33,071	2	670,000	,000
3	Estado	,904	3	1	671,000	23,592	3	669,000	,000
4	Genero	,898	4	1	671,000	18,948	4	668,000	,000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3 se muestra el resultado de las variables seleccionadas en el procedimiento paso a paso y sus respectivos coeficientes, los cuales se emplearán en la función discriminante.

Con los valores anteriores se obtiene el score para cada cliente de la entidad, como se indica en la expresión (2).

Tabla 3. Coeficientes de la función canónica discriminante

Variable	Función
	1
Genei	,524
Ecivi	,323
Tvivi	1,659
Garani	1,329
(Constant)	-2,405

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4, se muestra que el modelo discriminante construido es capaz de clasificar a 401 solicitantes como buenos clientes (Def = 0) de 548 buenos solicitantes, por lo tanto, tiene un 73.2% de precisión en la clasificación para el grupo buenos clientes. Por otro lado, el mismo modelo discriminante es capaz de clasificar 81 malos solicitantes como malos clientes (Def =1) de 125 malos solicitantes. Por lo tanto, tiene un 64.8% de precisión de clasificación para el grupo malos clientes. Luego el modelo es capaz de obtener una precisión en la clasificación del 71,6% en los grupos combinados.

Tabla 4. Resultados de la clasificación Análisis Discriminante

	Def	Grupo de pertenencia pronosticado		
		0	1	Total
		Recuento	0	401
Original	1	44	81	125
	%	0	73,2	26,8
Validación cruzada	1	35,2	64,8	100,0
	Recuento	0	401	147
Validación cruzada	1	44	81	125
	%	0	73,2	26,8
	1	35,2	64,8	100,0

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Resultados empleando regresión logística

En el modelo de regresión logística la probabilidad de incumplimiento puede obtenerse en función de un conjunto de variables explicativas  $X_i$ . El modelo tiene la siguiente estructura, utilizando las variables descritas en la tabla 1.

$$Y_i = \ln[(P_i|1 - P_i)] = \beta_1 + \beta_2 Gene_i + \beta_3 Edad_i + \beta_4 Act_i + \beta_5 Eciv_i + \beta_6 Tviv_i + \beta_7 Npcar_i + \beta_8 Pres_i + \beta_9 Nper_i + \beta_{10} Rind_i + \beta_{11} Lcre_i + \beta_{12} Tint_i + \beta_{13} Garan_i + \mu_i \quad (5)$$

En el desarrollo de la regresión logística se obtiene un modelo estadísticamente significativo con una buena capacidad de clasificación, en la tabla 5, se muestra que el modelo logístico construido es capaz de clasificar a 531 solicitantes como buenos clientes (Def = 0) de 548 buenos solicitantes, por lo tanto, tiene un 96.9% de precisión en la clasificación para el grupo buenos clientes. Por otro lado, el mismo modelo logístico es capaz de clasificar 14 malos solicitantes como malos clientes (Def =1) de 125 malos solicitantes. Por lo tanto, tiene un 11.2% de precisión de clasificación para el grupo

malos clientes. Luego el modelo es capaz de obtener una precisión en la clasificación del 81,0% para ambos grupos.

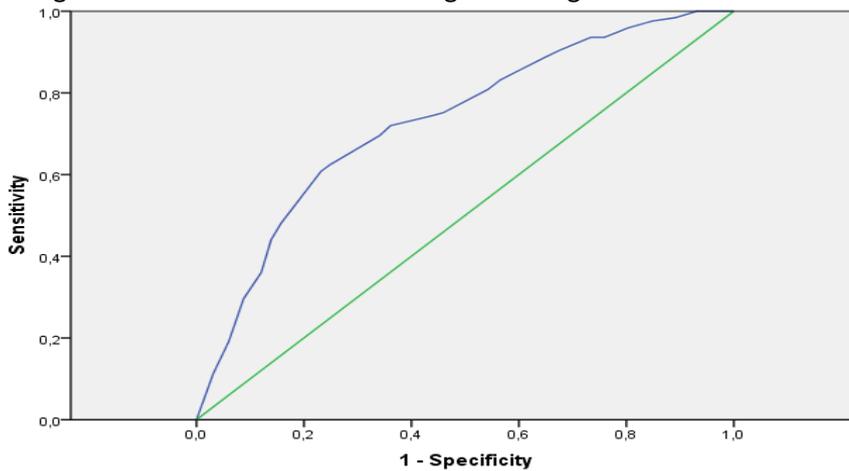
Tabla 5. Tabla de clasificación Regresión Logística

Observado		Pronosticado		
		Def Previo		Porcentaje correcto
		0	1	
Paso 4	Def Previo 0	531	17	96,9
	1	111	14	11,2
Porcentaje global				81,0

Fuente: Elaboración propia

El modelo logra un buen ajuste a los datos como se observa en la curva de operaciones características (figura 1) con un área de 73%, resultado que se puede ver en la Tabla 6, la curva se encuentra alejada de la línea de referencia indicando una buena representación de los datos por parte del modelo.

Figura 1. Curva ROC Modelo de Regresión Logística



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Área bajo la curva modelo Regresión Logística

Área	Error típ.	Sig. asintótica	Intervalo de confianza asintótico al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
,730	,025	,000	,682	,779

Fuente: Elaboración propia

### 3.4 Resultados empleando redes neuronales

En el modelo de redes neuronales que se muestra en la tabla 7 de clasificación, se observan los resultados prácticos de la utilización de la red perceptrón multicapa (MLP). En general, el 90.1% de los casos de entrenamiento se clasificaron correctamente, lo que corresponde al 9.9% de incorrectos mostrado en la tabla resumen del modelo. Un modelo mejor debe identificar correctamente un mayor porcentaje de los casos.

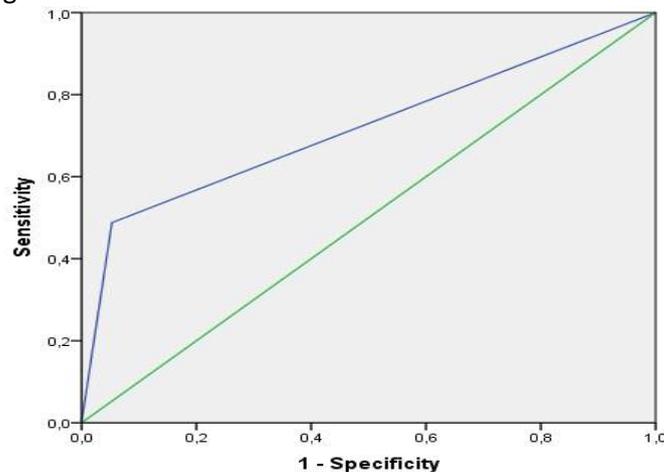
Tabla 7. Tabla de Clasificación redes neuronales

Muestra	Observado	Pronosticado		Porcentaje correcto
		0	1	
Entrenamiento	0	386	9	97.7%
	1	39	49	55.7%
	Porcentaje global	88.0%	12.0%	90,1%
Reserva	0	133	20	86.9%
	1	25	12	32.4%
	Porcentaje global	83.2%	16.8%	76.3%

Fuente: Elaboración propia

El modelo logra un buen ajuste a los datos, se ve reflejado en los valores de la curva ROC (figura 2) con un área de 71.8%, como se puede ver en la tabla 8.

Figura 2. Curva ROC Modelo de Redes Neuronales



Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Área bajo la curva modelo Redes Neuronales

Área	Error típ.	Sig. asintótica	Intervalo de confianza asintótico al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
,718	,030	,000	,660	,775

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 Resultados empleando modelo híbrido

Con el objetivo de mejorar la clasificación de los clientes analizados (los que ya poseen créditos) y realizar una propuesta para mejorar la clasificación de nuevos solicitantes, se construyó un modelo híbrido combinando los métodos árboles de decisión y regresión logística, siguiendo los trabajos de Steinberg & Cardell (1998); Espín-García & Rodríguez-Caballero (2013).

Inicialmente se elaboró un modelo de árboles de decisión, el resumen del modelo construido, empleando el método de crecimiento CHAID, se presenta en el Anexo 1. Las variables independientes seleccionadas para el análisis fueron Vivienda, Garantía, Género. Los resultados del modelo anterior y las probabilidades obtenidas en cada nodo terminal, se pueden observar en la estructura del mismo presentada en el Anexo 2. El árbol contiene nueve nodos, de los cuales cinco son nodos terminales, con la información provista por este método, se elaboró un modelo de regresión logística, en la tabla 9, se puede ver como el modelo híbrido clasifica a 548 solicitantes

como buenos clientes (Def = 0). En términos porcentuales el modelo tiene una precisión del 81.4% para ambos grupos (buenos clientes y malos clientes).

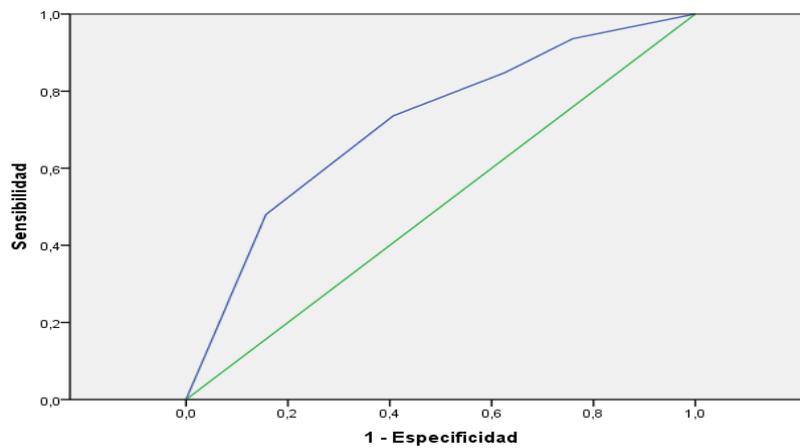
Tabla 9. Tabla de clasificación Modelo Híbrido

Observado		Pronosticado		
		Def Previo		Porcentaje correcto
		0	1	
Paso 2	Def Previo 0	548	0	100,0
	1	125	0	,0
Porcentaje global				81,4

Fuente: Elaboración propia

El ajuste del modelo a los datos es adecuado, se observa en la curva ROC (figura 3) cubriendo un área de 71.5%, información consignada en la tabla 10.

Figura 3. Curva ROC Modelo Híbrido



Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Área bajo la curva modelo Híbrido

Área	Error típ.	Sig. asintótica	Intervalo de confianza asintótico al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
,715	,026	,000	,665	,765

Fuente: Elaboración propia

### 3.6 Comparación de los modelos

Una vez obtenidos los resultados de los cuatro modelos se puede condensar la información para realizar la comparación de la capacidad predictiva de cada técnica como se muestra en la tabla 11:

Tabla 11. Comparación capacidad predictiva de los cuatro modelos

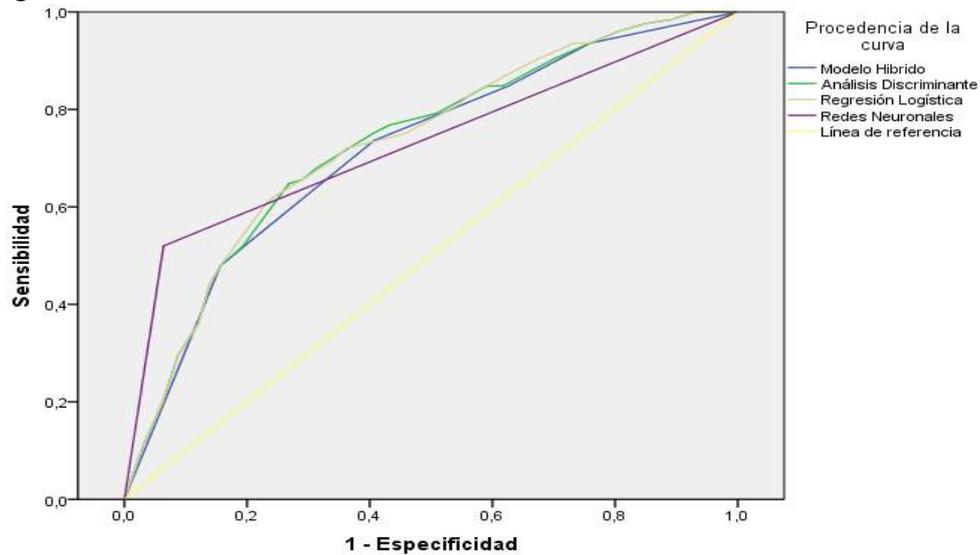
Modelo	Buenos aceptados	Buenos rechazados	Malos aceptados	Malos rechazados	Tasa de éxitos
Análisis discriminante	401	147	44	81	71.6%
Regresión logística	531	17	111	14	81.0%
Redes neuronales	386	9	39	49	86.9%
Híbrido	548	0	125	0	81.4%

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar el mejor desempeño del modelo de redes neuronales en la clasificación de los clientes solicitantes de crédito, en tanto que el análisis discriminante presenta la más baja tasa de aciertos en la clasificación, la segunda mejor opción para calificar los clientes es el modelo híbrido construido en la combinación de árboles de decisión y regresión logística, este modelo logra un mejor clasificación que el modelo de regresión logística, cuando éste se utilizó individualmente.

Con el indicador de la curva ROC (figura 4) se puede realizar un análisis similar de forma conjunta para los cuatro modelos como se observa en la tabla 12.

Figura 4. Curva ROC de los cuatro modelos



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Área bajo la curva de los cuatro modelos

Variables resultado de contraste	Área	Error típ	Sig. asintótica	Intervalo de confianza asintótico al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Modelo Híbrido	,715	,026	,000	,665	,765
Análisis discriminante	,729	,025	,000	,681	,778
Regresión Logística	,730	,025	,000	,682	,779
Redes Neuronales	,718	,030	,000	,660	,775

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia que el modelo de regresión logística cubre un área un tanto mayor que la cubierta por los modelos de redes neuronales, análisis discriminante e híbrido, en la clasificación de los prestatarios.

#### 4. Conclusiones

El estudio realizado ha permitido desarrollar cuatros modelos uno mediante el procedimiento perceptrón multicapa, para construir una red neuronal y pronosticar la probabilidad de que un cliente tenga mora en un crédito para clasificarlo como buen o mal cliente, las otras técnicas empleadas en el estudio son el modelo de regresión logística, el modelo de análisis discriminante y el modelo híbrido árboles de decisión-regresión logística. Una opción alterna a las técnicas de clasificación lo constituye este último modelo permitiendo juntar una técnica paramétrica (regresión logística) con una no paramétrica (árboles de decisión). Los resultados de los modelos son comparables y podrían confrontarse con otras técnicas (lógica difusa, algoritmo genético, máquinas de soporte vectorial). Los indicadores de bondad muestran que se puede estar bastante

seguro que los datos no contienen relaciones que no puedan capturar estos modelos, y por lo tanto, pueden utilizarse para seguir investigando la relación entre las variable dependiente e independientes.

La curva ROC y la tabla de clasificación (matriz de confusión) son herramientas muy útiles para medir la efectividad de un modelo de scoring. La curva ROC permite saber qué tan bien separados están los buenos deudores de los malos. La matriz de confusión permite conocer qué tan efectivo es el modelo en el momento de calificar y clasificar.

El scoring de crédito puede utilizarse para controlar la selección de riesgos (clientes), gestionar las probables pérdidas por exposición al riesgo de crédito, evaluar nuevas solicitudes de préstamos, mejorar el tiempo de procesamiento en la aprobación de préstamos, asegurar que los criterios de crédito existentes son relevantes y aplicados de manera consistente, entre otros aspectos.

Los resultados obtenidos constituye una forma importante de apoyo a la dirección de las instituciones financieras en donde se empleen estos modelos para presupuestar la pérdida esperada, la pérdida no esperada, realizar las provisiones económicas necesarias e informar sobre el capital económico necesario para hacer frente a estos eventos, permitiendo que la entidad siga funcionando, es decir constituyen herramientas de ayuda en la gestión financiera. El análisis financiero se puede complementar con la obtención de medidas como el valor en riesgo (VaR y TVaR) y modelar la distribución de las probables pérdidas.

## 5. Referencias Bibliográficas

- Abdou, H. A., & Pointon, J. (2011). Credit scoring, statistical techniques and evaluation criteria: A review of the literature. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 18(2-3), 59-88.
- Akkoç, S. (2012). An empirical comparison of conventional techniques, neural networks and the three stage hybrid Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) model for credit scoring analysis: The case of Turkish credit card data. *European Journal of Operational Research*, 222(1), 168-178.
- Avery, R. B., Calem, P. S., & Canner, G. B. (2004). Consumer credit scoring: Do situational circumstances matter? *Journal of Banking & Finance*, 28(4), 835-856.
- Baesens, B., Van Gestel, T., Viaene, S., Stepanova, M., Suykens, J., & Vanthienen, J. (2003). Benchmarking state-of-the-art classification algorithms for credit scoring. *Journal of the Operational Research Society*, 54(6), 627-635.
- Boj, E., Claramunt, M. M., Esteve, A., & Fortiana, J. (2009). *Criterio de selección de modelo en credit scoring. Aplicación del análisis discriminante basado en distancias*. Artículo presentado en Anales del Instituto de Actuarios Españoles.
- Brown, I., & Mues, C. (2012). An experimental comparison of classification algorithms for imbalanced credit scoring data sets. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3446-3453.
- Chatterjee, S., & Barcun, S. (1970). A nonparametric approach to credit screening. *Journal of the American statistical Association*, 65(329), 150-154.
- De Lara Haro, A. (2005). *Medición y control de riesgos financieros*: Editorial Limusa.
- Elizondo, A., & Altman, E. I. (2003). *Medición integral del riesgo de crédito*: Editorial Limusa.
- Espin-García, O., & Rodríguez-Caballero, C. V. (2013). Metodología para un scoring de clientes sin referencias crediticias. *Cuadernos de Economía*, 32(59), 137-162.
- Fix, E., & Hodges Jr, J. L. (1952). Discriminatory analysis-nonparametric discrimination: Small sample performance: DTIC Document.
- Gujarati, D. N. (2003). *Basic Econometrics*. 4th: New York: McGraw-Hill.
- Gutierrez, G. M. A. (2007). Credit scoring models: what, how, when and for what purposes. *Munich Personal RePEc Archive Paper*, 16377.

- Hamdi, M., & Mestiri, S. (2014). Bankruptcy prediction for Tunisian firms: An application of semi-parametric logistic regression and neural networks approach. *Economics Bulletin*, 34(1), 133-143.
- Hand, D. J., & Henley, W. E. (1997). Statistical Classification Methods in Consumer Credit Scoring: A Review. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (Statistics in Society)*, 160(3), 523-541. doi: 10.2307/2983268
- Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J., & Franklin, J. (2005). The elements of statistical learning: data mining, inference and prediction. *The Mathematical Intelligencer*, 27(2), 83-85.
- Henley, W., & Hand, D. J. (1996). A k-nearest-neighbour classifier for assessing consumer credit risk. *The Statistician*, 77-95.
- Hoffmann, F., Baesens, B., Mues, C., Van Gestel, T., & Vanthienen, J. (2007). Inferring descriptive and approximate fuzzy rules for credit scoring using evolutionary algorithms. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 540-555.
- Hsieh, N.-C. (2005). Hybrid mining approach in the design of credit scoring models. *Expert Systems with Applications*, 28(4), 655-665.
- Huang, C.-L., Chen, M.-C., & Wang, C.-J. (2007). Credit scoring with a data mining approach based on support vector machines. *Expert Systems with Applications*, 33(4), 847-856.
- Kiefer, N. M., & Larson, C. E. (2006). Specification and informational issues in credit scoring. *International Journal of Statistics and Management Systems*, 1, 152-178.
- Kiruthika, & Dilsha, M. (2015). A Neural Network Approach for Microfinance Credit Scoring. *Journal of Statistics and Management Systems*, 18(1-2), 121-138.
- Lawrence, E. C., & Arshadi, N. (1995). A Multinomial Logit Analysis of Problem Loan Resolution Choices in Banking. *Journal of Money, Credit and Banking*, 27(1), 202-216. doi: 10.2307/2077859
- Lee, T.-S., Chiu, C.-C., Lu, C.-J., & Chen, I. F. (2002). Credit scoring using the hybrid neural discriminant technique. *Expert Systems with Applications*, 23(3), 245-254.
- Lenard, M. J., Madey, G. R., & Alam, P. (1998). The design and validation of a hybrid information system for the auditor's going concern decision. *Journal of Management Information Systems*, 14(4), 219-237.
- Malhotra, R., & Malhotra, D. (1999). Fuzzy systems and neuro-computing in credit approval. *Journal of Lending and Credit Risk Management*, 81, 24-27.
- McNeil, A., Frey, R., & Embrechts, P. (2005). Quantitative risk management: Concepts, techniques and tools. *Princeton Series in Finance, Princeton*.
- Quintana, M. J. M., Gallego, A. G., & Pascual, M. E. V. (2005). Aplicación del análisis discriminante y regresión logística en el estudio de la morosidad en las entidades financieras: comparación de resultados. *Pecunia: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de León*(1), 175-199.
- Rayo Cantón, S., Lara Rubio, J., & Camino Blasco, D. (2010). Un modelo de Credit Scoring para instituciones de microfinanzas en el marco de Basilea II. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 15(28), 89-124.
- Sohn, S. Y., Kim, D. H., & Yoon, J. H. (2016). Technology credit scoring model with fuzzy logistic regression. *Applied Soft Computing*, 43, 150-158.
- Steinberg, D., & Cardell, N. S. (1998). The hybrid CART-Logit model in classification and data mining. *Salford Systems White Paper*.
- Tang, T.-C., & Chi, L.-C. (2005). Predicting multilateral trade credit risks: comparisons of Logit and Fuzzy Logic models using ROC curve analysis. *Expert Systems with Applications*, 28(3), 547-556.
- Thomas, L., Edelman, D., & Crook, J. (2002). Credit scoring & its applications, Society for Industrial Mathematics: Philadelphia.
- Thomas, L. C., Edelman, D. B., & Crook, J. N. (2004). *Readings in credit scoring: foundations, developments, and aims*: Oxford University Press on Demand.

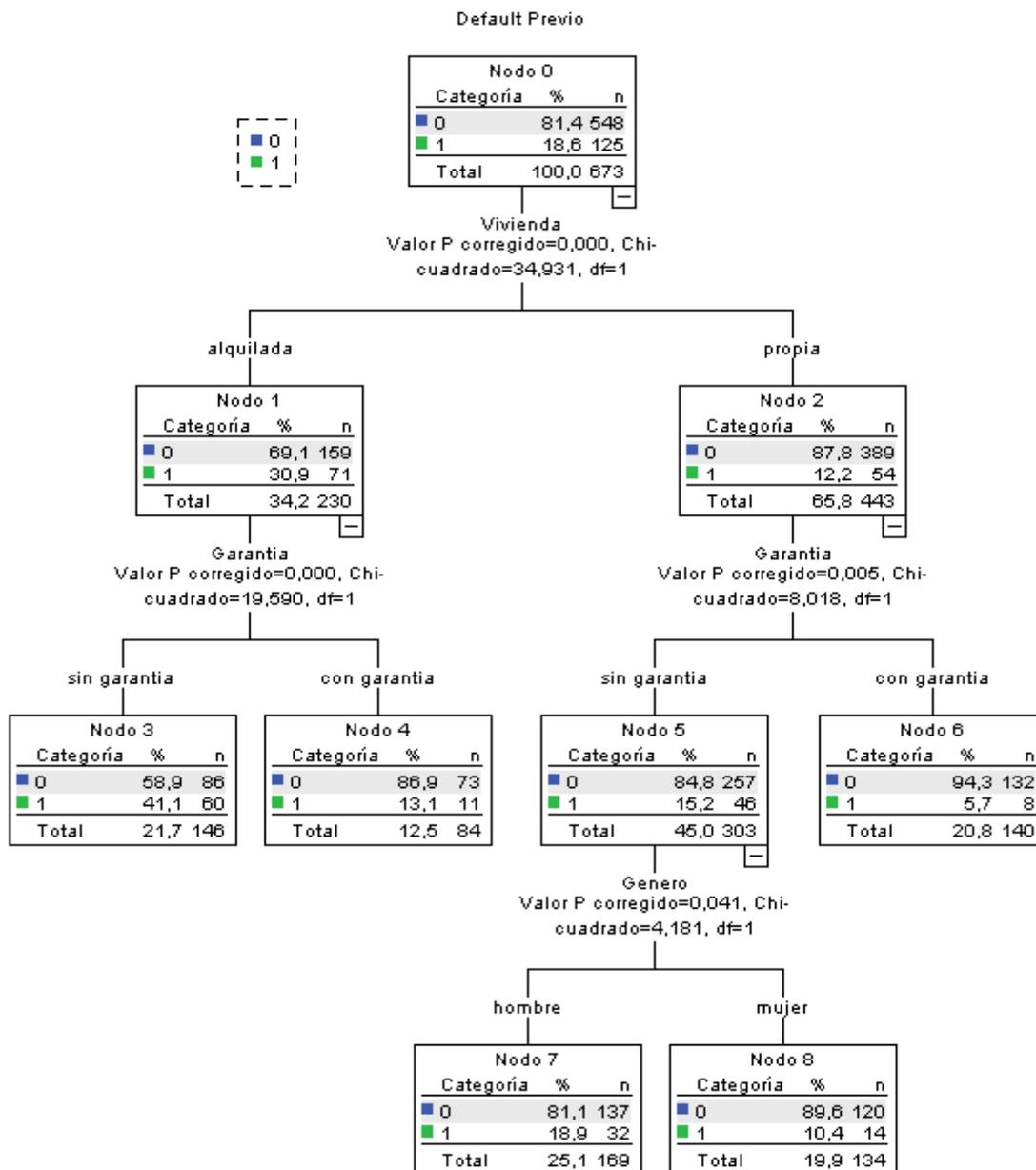
- Tsai, M.-C., Lin, S.-P., Cheng, C.-C., & Lin, Y.-P. (2009). The consumer loan default predicting model – An application of DEA–DA and neural network. *Expert Systems with Applications*, 36(9), 11682-11690.
- Vapnik, V. (1998). The support vector method of function estimation *Nonlinear Modeling* (pp. 55-85): Springer.
- Villano, F. E. S. (2013). Cuantificación del riesgo de incumplimiento en créditos de libre inversión: un ejercicio econométrico para una entidad bancaria del municipio de Popayán, Colombia. *Estudios Gerenciales*, 29(129), 416-427.
- Wiginton, J. C. (1980). A note on the comparison of logit and discriminant models of consumer credit behavior. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 15(03), 757-770.
- Xiao, W., Zhao, Q., & Fei, Q. (2006). A comparative study of data mining methods in consumer loans credit scoring management. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 15(4), 419-435.
- Yap, B. W., Ong, S. H., & Husain, N. H. M. (2011). Using data mining to improve assessment of credit worthiness via credit scoring models. *Expert Systems with Applications*, 38(10), 13274-13283.
- Yu, L., Wang, S., Lai, K. K., & Zhou, L. (2008). *BioInspired Credit Risk Analysis*: Springer.

## Anexo 1. Resumen del modelo Árboles de decisión

Especificaciones	Método de crecimiento	CHAID	
	Variable dependiente	Default Previo	
	Variables independientes	Genero, Edad, Actividad económica, Estado, Vivienda, Persona a cargo, Préstamo, Periodos, Relación, Línea, Tasa, Garantía	
	Validación	Ninguna	
	Máxima profundidad de árbol		3
	Mínimo de casos en un nodo filial		100
	Mínimo de casos en un nodo parental		50
Resultados	Variables independientes incluidas	Vivienda, Garantía, Genero	
	Número de nodos		9
	Número de nodos terminales		5
	Profundidad		3

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2. Estructura modelo Árboles de decisión



Fuente: Elaboración propia



## Los modelos matemáticos del desarrollo organizacional y los cambios organizacionales

MIKHNENKO, PAVEL A.

Department of General and Strategic Management

Synergy University (Russia)

E-mail: pmihnenko@synergy.ru

### RESUMEN

En este artículo se elaboran modelos matemáticos dinámicos y estocásticos del desarrollo y los cambios organizacionales, así como los algoritmos para la optimización de la intensidad de los cambios organizativos. Se demuestra que la optimización de la intensidad de los cambios puede ser alcanzada a través de la optimización de la integración de los departamentos en función de sus competencias. Los modelos propuestos en este artículo pueden ser utilizados en el estudio de los procesos de desarrollo organizacional.

**Palabras claves:** desarrollo organizacional; cambios organizativos; modelo matemático; intensidad de cambios; optimización.

**Clasificación JEL:** C65.

**MSC2010:** 90B70.

# The Mathematical Models for Organizational Development and Organizational Changes

## ABSTRACT

The article dwells upon the dynamic and stochastic mathematical models of organizational development and changes, as well as to the algorithms for their optimization. The adjustment of the intensity of the changes can be achieved through the efficient integration between the departments in accordance with their skills. The models proposed in this article can be widely applied in studying the processes of organizational development.

**Keywords:** Organizational development, organizational changes, mathematical model, intensity of changes, optimization.

**JEL classification:** C65.

**MSC2010:** 90B70.



## 1. Introducción

El desarrollo estratégico y el mejoramiento de la posición competitiva tanto en el mercado doméstico como en el internacional son las tareas principales de las organizaciones nacionales. En la actualidad, la modelización matemática, está muy desarrollada desde las ciencias matemáticas. Empero, las ciencias sociales y organizacionales todavía no utilizan suficientemente estos métodos. La razón de esto es la compleja descripción de los sistemas y procesos organizacionales. Sin embargo, los modelos matemáticos pueden ser una herramienta útil de investigación de tales objetos.

El estudio de los problemas del desarrollo social tiene una historia bastante larga. El término “desarrollo organizacional” (*organization development*) apareció en la literatura económica entre los años 1950–1960 en las publicaciones de Lippitt y Schmidt (1967), Bennis (1969), Blake y Mouton (1964, 1969), Forrester (1961), Greiner (1967, 1972), Nisbet (1969), Salter (1968), Starbuck (1965) y los otros. El problema del desarrollo organizacional está directamente relacionado con el de los cambios organizacionales (*organization change*) que inevitablemente deben realizarse en todas las organizaciones sin falta. Este problema se revela en las publicaciones de Amburgey, Kelly, Barnett (1993), Anjali (2015), Armenakis y Bedeian (1999), Barnett, Greve, Park (1994), Beer y Nohria (2000), Davis, Eisenhardt, Bingham (2009), Hannan y Freeman (1984), Levinthal (1991), Lippitt y Schmidt (1967), Macy y Izumi (1993), Nisbet (1969), Van de Ven y Poole (1995), Weik y Quinn (1999), Winter (2003), Wilhelm, Schlömer, Maurer (2015) y otros científicos.

Los métodos de modelación matemática y la investigación de los cambios organizativos a su vez se describen en los libros y artículos de los siguientes autores: Fornell, Larcker (1981), Malone (1986), Lant y Mezias (1992), Pulido y Fontela (1993), Gladwi y Tumay (1994), Barnett y Carroll (1995), Carley (1995), Volkova y Denisov (1997), Yitzhak y Jacobsen (1997), Voronin y Mishin (2002), Peterson y Behfar (2003), Novikov y Ivashchenko (2006), Harrison, Lin, Carroll, Carley (2007), Shirokova (2008), Schilke (2014), Mikhnenko (2015), Ainsworth y Feyerherm (2016), Koller (2016) y los otros.

Debemos considerar que la gestión del desarrollo estratégico y los cambios organizativos son procesos de carácter dinámicos y estocásticos (Mikhnenko, 2015). Hay razones para creer que la tarea de modelización de los cambios organizativos en la actualidad ya no está completamente resuelta. Por ello, el objeto del estudio de este trabajo es la investigación más detallada de estos procesos, la elaboración de los modelos matemáticos correspondientes y la justificación del problema de la optimización de la intensidad de los cambios organizacionales.

Las hipótesis propuestas en esta investigación son las siguientes:

- (1) Para la aplicación del programa de desarrollo, es necesario llevar a cabo ciertas transformaciones de la estructura (Barnett, Carroll, 1995; Shirokova, 2008; Davis, Eisenhardt, Bingham, 2009).
- (2) La profundidad y la velocidad de los cambios organizativos dependen directamente de las condiciones del entorno externo de la organización (Peterson, Behfar, 2003; Winter, 2003; Schilke, 2014; Wilhelm, Schlömer, Maurer, 2015).

En este artículo, el desarrollo de la organización se define como un conjunto de actividades destinadas a la transformación cualitativa del estado de la organización en el largo plazo, que ayuden a la organización a adaptarse a los cambios del entorno externo.

Los cambios estratégicos de la estructura, la cultura organizacional y las funciones de la organización, representan un elemento indispensable del proceso de desarrollo. En esencia, los cambios organizacionales son los procesos de formación de las estructuras temporales (colaboración efectiva entre los departamentos organizativas), que forman la base del proceso de desarrollo. El cambio

estructural es un proceso estocástico debido a la imprevisibilidad de los factores medioambientales (Mikhnenko, 2015).

## 2. El modelo matemático del desarrollo organizacional

El modelo propuesto se representa en el esquema siguiente (fig. 1).

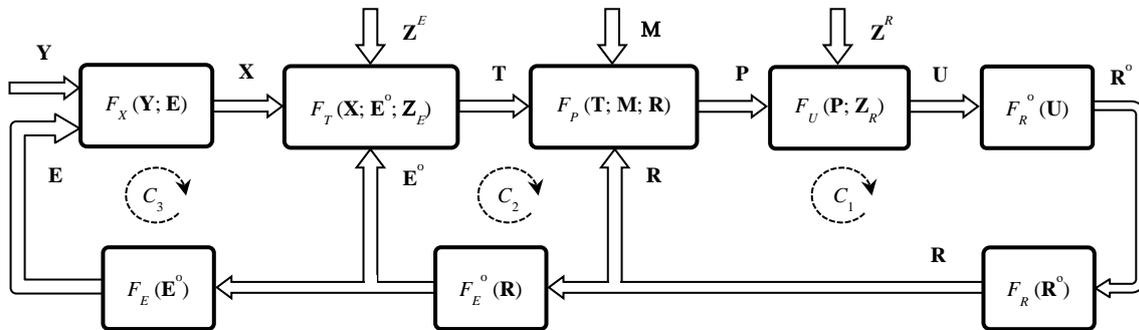


Figura 1: El esquema del modelo matemático del desarrollo organizacional.

Fuente: Elaboración propia.

**X** — representa las condiciones económicas en las que funciona la empresa (los mercados de ventas, el acceso a la tecnología, los mercados de trabajo, la accesibilidad de recursos financieros, etc.).

**E** — denota los resultados económicos del desarrollo organizacional (por ejemplo: el aumento del volumen de ventas puede afectar a la cuota del Mercado).

**T** — recoge los objetivos estratégicos de la empresa — el programa de desarrollo estratégico (por ejemplo, aumento de parte del Mercado).

**E<sup>o</sup>** — representa los cambios de eficiencia económica de la empresa que permiten valorar la eficiencia actual de los procesos de optimización organizacional (por ejemplo: el aumento de la producción de bienes).

**Z<sup>E</sup>** — son los errores en la evaluación e interpretación de **E<sup>o</sup>**

**P** — denota el programa de los cambios organizacionales (por ejemplo: reorganización u optimización de la estructura organizativa y la cultura organizacional).

**M** — identifica las preferencias de los gerentes en cuanto a la concepción o el método de reorganización.

**R** — muestra los resultados acumulados y estables de la reorganización, o sea los resultados que se presentan de una manera sistemática y predecible y que producen los cambios en la eficiencia económica de la organización (**E<sup>o</sup>**) (por ejemplo: la estructura funcional se sustituye por una estructura de matriz),;

**U** — muestra las tareas asignadas a cada departamento participante;

**Z<sup>R</sup>** — son los errores de la evaluación y la interpretación de **R**;

**R<sup>o</sup>** — representa los resultados de la reorganización actual y que no son suficientes para afectar la eficiencia económica de la empresa (**E<sup>o</sup>**); se entienden como la transformación de las funciones y la estructura de la empresa (por ejemplo: la introducción de sistemas de información nuevos o la formación de departamentos nuevos).

Como se puede ver, el modelo no es otra cosa que el conjunto de tres circuitos que representan la circulación de los recursos y la información, tales como:

$C_1 - \langle P(t) \rightarrow U(t) \rightarrow R^o(t) \rightarrow R(t) \rangle$  — que representa el proceso actual y dinámico en el que se realiza la gestión de los cambios organizativos, basada en la concentración de la información sobre los resultados de la reorganización pasada;

$C_2 - \langle \mathbf{T}(t) \rightarrow \mathbf{P}(t) \rightarrow \mathbf{U}(t) \rightarrow \mathbf{R}^o(t) \rightarrow \mathbf{R}(t) \rightarrow \mathbf{E}(t) \rangle$  – que refleja el proceso de realización del control y, si es necesario, ajustamiento de los objetivos del desarrollo organizacional, basado en la estimación de los resultados económicos de la empresa;

$C_3 - \langle \mathbf{X}(t) \rightarrow \mathbf{T}(t) \rightarrow \mathbf{P}(t) \rightarrow \mathbf{U}(t) \rightarrow \mathbf{R}^o(t) \rightarrow \mathbf{R}(t) \rightarrow \mathbf{E}(t) \rangle$  – por el que se representa el circuito del control de la competitividad de la empresa.

Es evidente que los resultados de la reorganización estructural ( $\mathbf{R}$ ) producen los cambios en la eficiencia económica  $\mathbf{E}$  dentro del año o unos meses, mientras que los cambios  $\mathbf{E}^o$  (los desfavorables incluidos) pueden tener lugar dentro de unas semanas.

Analizamos el modelo en más detalle mediante las ecuaciones siguientes.

Las condiciones en las que funciona la empresa se basan en dos conjuntos de factores: los factores medioambientales y factores asociados con la eficiencia económica de la empresa:

$$\mathbf{X}_L(t) = F_X(\mathbf{Y}; \mathbf{E}) = \mathbf{W}_{L \times H} \times (\mathbf{Y}_H + \mathbf{W}_{H \times L}^* \times \mathbf{E}_L), \quad (1)$$

o bien:

$$\mathbf{X}_L(t) = \mathbf{W}_{L \times H} \times (\mathbf{Y}_H + \mathbf{E}_H^*), \quad (2)$$

en donde  $L$  es el número de indicadores (condiciones de funcionamiento de la organización);  $H$  es el número de los factores del entorno externo;  $t$  es tiempo;  $F_X(\cdot)$  es la función vectorial que define la interacción de la organización con el entorno externo;  $\mathbf{W}_{L \times H}$  es la matriz del entorno externo que define la interacción de los factores medioambientales ( $\mathbf{Y}_H$ ) con las condiciones de funcionamiento de la organización ( $\mathbf{X}_L$ ):  $\mathbf{W}_{L \times H} = (w_{lh})$ .

La matriz  $\mathbf{W}_{L \times H}$  dice que cada variable situacional  $x_l \in \mathbf{X}_L$  depende de ciertos factores  $y_h \in \mathbf{Y}_H$ . En otras palabras, un elemento de esta matriz  $w_{lh}$  representa la intensidad de la influencia potencial de cada  $y_h$  sobre cada  $x_l$ .

Aquí  $\mathbf{W}_{H \times L}^*$  es la matriz que define el impacto de la empresa al entorno externo:  $\mathbf{W}_{H \times L}^* = (w_{hl}^*)$ . Por lo tanto  $\mathbf{E}_H^*$  es el vector de impacto de la empresa a su entorno externo.

Los objetivos estratégicos de la empresa dependen de los resultados del análisis de las condiciones medioambientales y los cambios actuales de su eficiencia económica.

$$\mathbf{T}_L(t) = F_T(\mathbf{X}; \mathbf{E}^o; \mathbf{Z}^E). \quad (3)$$

Por consiguiente:

$$\mathbf{T}_L(t) = F_T[F_X(\mathbf{Y}; \mathbf{E}); \mathbf{E}^o; \mathbf{Z}^E], \quad (4)$$

en donde:  $F_T(\cdot)$  es la función vectorial que define el proceso de la formulación de los objetivos estratégicos de la empresa. Esta función indica que los objetivos estratégicos se forman basados en la información sobre  $\mathbf{X}$  y  $\mathbf{E}^o$  junto con las faltas eventuales ( $\mathbf{Z}^E$ ). Aquí la retroalimentación (la conexión bilateral) de  $\mathbf{E}^o$  refleja la característica esencial de la gestión estratégica, a saber, las correcciones y adaptaciones a la estrategia.

De acuerdo con el modelo, el programa de los cambios organizacionales depende de los objetivos estratégicos y los resultados de los cambios organizacionales ( $\mathbf{R}$ ):

$$\mathbf{P}_n(t) = F_P(\mathbf{T}; \mathbf{M}; \mathbf{R}), \quad (5)$$

en donde la función vectorial  $F_P(\cdot)$  indica que los gerentes elaboran el programa de reorganización basándola en los objetivos estratégicos. El retroalimentación  $\mathbf{R}$  que completa el circuito  $C_1$  indica que el programa de reorganización debe tener en cuenta el estado actual de la estructura organizativa. La variable  $\mathbf{M}$  a su vez señala que las particularidades del programa  $\mathbf{P}$  depende de la opinión (la experiencia, habilidad, sabiduría etc) del dirigente.

La distribución de las tareas entre los departamentos participantes:

$$\mathbf{U}_m(t) = F_U(\mathbf{P}; \mathbf{Z}^R). \quad (6)$$

La función vectorial  $F_U(\cdot)$  representa el proceso en el que se decide la distribución de  $n$  tareas entre  $m$  departamentos en función de sus competencias.

Los resultados de cambios estructurales a corto plazo y otros factores organizativos:

$$\mathbf{R}^o_m(t) = F_R^o(\mathbf{U}). \quad (7)$$

En este modelo la función vectorial  $F_R^o(\cdot)$  define la fuerza de cooperación e interdependencia de los departamentos.

Los resultados de la reestructuración:

$$\mathbf{R}_m(t) = F_R(\mathbf{R}^o), \quad (8)$$

en donde  $F_R(\cdot)$  es el proceso de la acumulación de los efectos de la reestructuración actual de la empresa ( $\mathbf{R}^o$ ). En otras palabras, los resultados estables se basan en los resultados de la reestructuración actual. Por ejemplo, la formación de unidades estratégicas de negocio y la redistribución de las responsabilidades reflejan la formación de una nueva estructura organizativa.

Los cambios de la eficiencia económica de la empresa a corto plazo:

$$\mathbf{E}^o_{L \times 1}(t) = F_E^o(\mathbf{R}), \quad (9)$$

en donde la función vectorial  $F_E^o(\cdot)$  es la conversión de los resultados estables ( $\mathbf{R}$ ) en los cambios actuales de la eficiencia económica ( $\mathbf{E}^o$ ).

Los resultados acumulados de los cambios en la eficiencia económica:

$$\mathbf{E}_{L \times 1}(t) = F_E(\mathbf{E}^o) \quad (10)$$

Por ejemplo la función vectorial  $F_E(\cdot)$  puede significar el aumento de la producción de bienes que a su vez causa el aumento de los volúmenes de las ventas.

Es evidente que el circuito de los cambios organizacionales ( $C_1$ ) es más dinámico que los otros circuitos en el modelo representado.

### 3. El modelo matemático de los cambios organizacionales

En este apartado, presentamos el modelo matemático de los cambios organizacionales propuesto que se representa mediante el siguiente esquema dinámico (fig. 2):

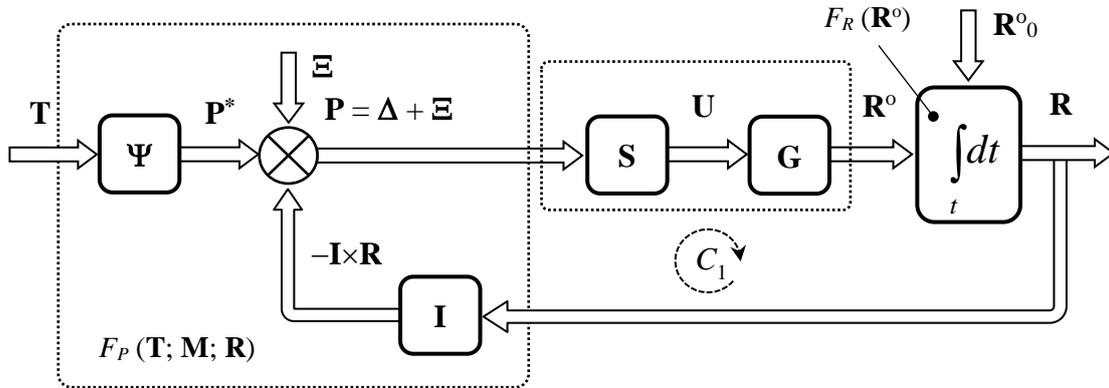


Figura 2: El esquema del modelo matemático de los cambios organizacionales.

Fuente: Elaboración propia.

El plan inicial (básico) de cambios organizacionales ( $\mathbf{P}^*$ ) se describe en la ecuación:

$$\mathbf{P}^*_n = \Psi_{n \times L} \times \mathbf{T}_L, \quad (11)$$

en donde  $\Psi$  es matriz de la transformación inicial de objetivos estratégicos ( $\mathbf{T}$ ) en las tareas específicas, dirigidas a la realización de los cambios organizacionales.

A diferencia del plan básico ( $\mathbf{P}^*$ ), el programa dinámico ( $\mathbf{P}$ ) depende de los resultados obtenidos durante la reorganización ( $\mathbf{R}$ ):

$$\mathbf{P}_n(t) = F_P(\mathbf{T}; \mathbf{M}; \mathbf{R}) = \Delta_n + \Xi_n, \quad (12)$$

en donde:  $\Xi$  es un vector de los errores totales de medición y la interpretación  $\mathbf{R}$ ;  $\Delta$  es el vector de divergencia, es decir, de la información sobre la calidad y la precisión de la solución de las tareas asignadas:

$$\Delta_n(t) = \mathbf{P}^*_n(t) - \mathbf{I}_{n \times m}(t) \times \mathbf{R}_m(t), \quad (13)$$

en donde  $\mathbf{I}$  es la matriz de planificación interactiva en la que los gerentes supervisan y analizan los efectos de los cambios organizativos en  $m$  divisiones y les interpretan como  $n$  efectos economicos . Matemáticamente,  $\mathbf{I}$  es la matriz de transición de la dimensionalidad del vector  $\mathbf{R}_{m \times 1}$  en la dimensionalidad del vector  $\mathbf{P}^*_{n \times 1}$ .

El signo “menos” en la ecuación (13) implica la comparación en la que cada fase del programa  $\mathbf{P}^*$  se compara con cada resultado actual de los cambios organizacionales ( $\mathbf{R}$ ).

Por consiguiente la distribución de las tareas entre los departamentos se describe en la siguiente ecuación:

$$\mathbf{U}_m(t) = F_U(\mathbf{P}; \mathbf{Z}_R) = \mathbf{S}_{m \times n}(t) \times [\Delta_n(t) + \Xi_n(t)], \quad (14)$$

en donde  $\mathbf{S}_{m \times n}(t) = (s_{ji})$  es la matriz de las competencias de los departamentos, a saber:  $s_{ji}$  es la correspondencia entre la función principal y competencia del departamento ( $j$ ) y la tarea asignada ( $i$ ).

En el modelo de los cambios organizacionales (fig. 2) el vector  $\mathbf{R}^o$  se describe en la siguiente ecuación:

$$\mathbf{R}^o_m(t) = F_{R^o}(\mathbf{U}) = \mathbf{G}_{m \times m}(t) \times \mathbf{U}_m(t), \quad (15)$$

en donde  $\mathbf{G}_{m \times m}(t) = (g_{jj})$  es la matriz la integración actual de los departamentos. Aquí la palabra “integración” denota las formas y los medios de interacción de los departamentos en el proceso de la solución de las tareas estratégicas.

De acuerdo con el modelo (fig. 2), el proceso de la acumulación de los resultados de los cambios se describe en la siguiente fórmula integral:

$$\mathbf{R}(t) = F_R(\mathbf{R}^0) = \int_t \mathbf{R}^0(t) dt, \mathbf{R}^0(t_0) = \mathbf{R}_0^0, \quad (16)$$

en donde:

$$\frac{d\mathbf{R}}{dt} = \mathbf{R}^0 = \mathbf{A}(\Delta + \Xi), \quad (17)$$

De que viene que los resultados operacionales ( $\mathbf{R}^0$ ) representan la velocidad de la concentración  $\mathbf{R}$  y que al mismo tiempo dependen de la “matriz de la adaptación”  $\mathbf{A}$ :

$$\mathbf{A}_{m \times n}(t) = \mathbf{G}_{m \times m}(t) \times \mathbf{S}_{m \times n}(t) = \begin{pmatrix} (g_{11}s_{11} + \mathbf{K} + g_{1m}s_{m1}) & \mathbf{L} & (g_{11}s_{1n} + \mathbf{K} + g_{1m}s_{mn}) \\ \mathbf{M} & \mathbf{O} & \mathbf{M} \\ (g_{m1}s_{11} + \mathbf{K} + g_{mm}s_{m1}) & \mathbf{L} & (g_{m1}s_{1n} + \mathbf{K} + g_{mm}s_{mn}) \end{pmatrix}. \quad (18)$$

De acuerdo con el modelo (fig. 2), la matriz  $\mathbf{A}$  es la intensidad de los cambios organizativos. Aquí la “intensidad” incluye la velocidad de los cambios, el número de empleados y recursos, el nivel de tensión psicológica y así sucesivamente. Es evidente que la velocidad de la concentración  $\mathbf{R}$  depende del vector de divergencia ( $\Delta$ ) y la matriz  $\mathbf{A}$ .

#### 4. La optimización de la intensidad de los cambios organizativos

En esta sección busca optimizar la matriz de la adaptación, es decir optimizar la intensidad de los cambios organizativos.

##### 4.1. Asuma que:

a)  $\mathbf{I}(t')$  = constante,  $\Psi(t')$  = constante, en donde  $t'$  es el intervalo de tiempo (el período) requerido para la formación de los resultados  $\mathbf{R}$ .

b)  $\Xi(t)$  es el “ruido blanco”, por lo tanto  $M[\Xi(t)] = 0$ , en donde  $M[\Xi(t)]$  es el valor esperado matemático (media aritmética).

##### 4.2. Diferencia la ecuación (13) para el intervalo de tiempo $t'$ :

$$\frac{d\Delta(t)}{dt} = \frac{d\mathbf{P}^*(t)}{dt} - \mathbf{I}(t) \frac{d\mathbf{R}(t)}{dt}, \quad (19)$$

en donde, como se desprende de la fig. 2:

$$\frac{d\mathbf{R}(t)}{dt} = \mathbf{R}^0(t) = \mathbf{A}(t) [\mathbf{P}^*(t) - \mathbf{I}(t)\mathbf{R}(t) + \Xi(t)] = \mathbf{A}(t) [\Delta(t) + \Xi(t)], \quad (20)$$

y de esto se deduce:

$$\frac{d\Delta(t)}{dt} = \frac{d\mathbf{P}^*(t)}{dt} - \mathbf{I}(t)\mathbf{A}(t) [\Delta(t) + \Xi(t)] \quad (21)$$

##### 4.3. Diferencia la ecuación (11) para el intervalo de tiempo $t'$ :

$$\frac{d\mathbf{P}_{n \times 1}^*(t)}{dt} = \Psi_{n \times L} \frac{d\mathbf{T}_{L \times 1}(t)}{dt}. \quad (22)$$

##### 4.4. Asuma que:

$$\frac{d\mathbf{T}_{L \times 1}(t)}{dt} = \frac{d\mathbf{X}_{L \times 1}(t)}{dt}, \quad (23)$$

Por consiguiente, los objetivos estratégicos se generan con la velocidad proporcional a la de los procesos externos en los que funciona la empresa, o sea con velocidad de los cambios del entorno externo.

##### 4.5. Transforma la expresión como sigue:

$$\frac{d\mathbf{X}_{L \times 1}(t)}{dt} = \mathbf{V}_{L \times 1}, \text{ entonces } \frac{d\mathbf{P}_{n \times 1}^*(t)}{dt} = \Psi_{n \times L} \mathbf{V}_{L \times 1}.$$

4.6. Haga lo mismo con la siguiente expresión:

$$\Psi_{n \times L} \mathbf{V}_{L \times 1} = \mathbf{V}_{n \times 1}^*$$

en donde  $\mathbf{V}^*$  es la medida de la velocidad de los procesos externos. Entonces:

$$\frac{d\Delta(t)}{dt} = \mathbf{V}^* - \mathbf{I}(t)\mathbf{A}(t)[\Delta(t) + \Xi(t)]. \quad (24)$$

4.7. Usando el método de las características de la probabilidad, obtiene las ecuaciones diferenciales: para el valor esperado matemático del vector  $\Delta$ :

$$\frac{dM_{\Delta}}{dt} = \mathbf{V}^* - \mathbf{I}\mathbf{A}M_{\Delta} \quad (25)$$

y para la covarianza del vector  $\Delta$ :

$$\frac{d\Theta_{\Delta}}{dt} = \mathbf{I}\mathbf{A}\Theta_{\Delta} + \mathbf{A}^T \mathbf{I}^T \Theta_{\Delta} + \mathbf{A}^T \mathbf{I}^T \mathbf{Q}\mathbf{I}\mathbf{A}, \quad (26)$$

en donde  $\mathbf{Q}$  es la dispersión del vector  $\Xi$ ;  $^T$  significa la transposición.

4.8. En este caso el algoritmo de optimización de la matriz consiste de 3 pasos:

- En el marco del primer paso resuelve las ecuaciones (25) y (26), a condición de que

$$\frac{dM[\Delta]}{dt} = 0; \quad \frac{d\Theta[\Delta]}{dt} = 0$$

(el proceso termina en el intervalo de tiempo  $t'$ ):

$$M_{\text{term}}[\Delta] = \arg\left(\frac{dM[\Delta]}{dt} = 0\right),$$

$$\Theta_{\text{term}}[\Delta] = \arg\left(\frac{d\Theta[\Delta]}{dt} = 0\right),$$

en donde  $M_{\text{term}}$  y  $\Theta_{\text{term}}$  son los valores terminados de  $M[\Delta]$  y  $\Theta[\Delta]$ .

- En el segundo paso formula el criterio de optimización:

$$J = \min_{\mathbf{A} \in \Omega_{\mathbf{A}}} \Phi\{M_{\text{term}}[\Delta(\mathbf{A})], \Theta_{\text{term}}[\Delta(\mathbf{A})]\}, \quad (27)$$

en donde  $\Omega_{\mathbf{A}}$  es el área de valores  $\mathbf{A}$ .

- En el paso final calcula la matriz de la intensidad óptima de los cambios organizacionales:

$$\mathbf{A}_{\text{opt}} = \arg_{\mathbf{A} \in \Omega_{\mathbf{A}}}(J). \quad (28)$$

4.9. La optimización de la matriz  $\mathbf{A}$  permite calcular la matriz óptima de la integración de los departamentos ( $\mathbf{G}_{\text{opt}}$ ):

$$\mathbf{G}_{\text{opt}} = \mathbf{A}_{\text{opt}} \times \mathbf{S}^{-1}. \quad (29)$$

De este modo, el algoritmo de ecuaciones (25) – (29) demuestra que la intensidad de los cambios organizativos y la fuerza de la integración de los departamentos pueden ser optimizados por criterio (27).

En la fig. 3 se demuestran los resultados de la modelización matemática del proceso de cambio organizacional, en donde  $p$  es la trayectoria de desarrollo programada,  $r$  es los resultados de los cambios organizativos, y  $t$  es tiempo.

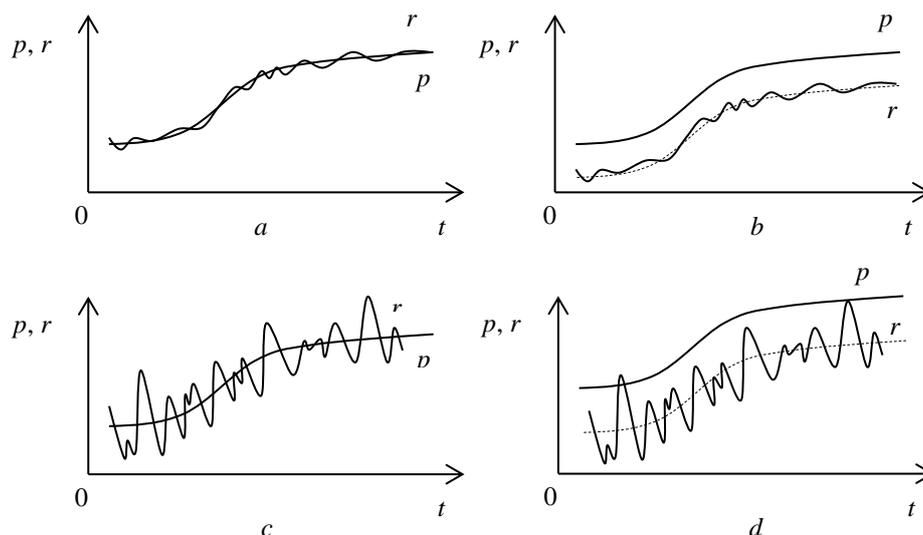


Figura 3: Las variedades del proceso adaptación de la organización a los cambios del entorno.

Fuente: Elaboración propia.

La trayectoria en fig. 3 (a) corresponde a la óptima intensidad de los cambios, cuando las trayectorias (b, c, d) representan los casos de la intensidad no óptima, donde b es un error sistemático, c – una dispersión y d – la combinación de los dos.

La información sobre óptima intensidad de los cambios les permite a los gerentes tomar decisiones medidos y racionales, y utilizar una combinación de recursos más efectiva. En otras palabras, la velocidad óptima de adaptación permite evitar "sorpresas" en el proceso de transformación, haciéndola más predecible.

## 5. Conclusiones

Los cambios organizacionales representan solo una de las etapas del proceso de desarrollo organizacional. Los resultados de dichos cambios dependen directamente de la matriz de adaptación **A**. La misma adaptación consiste en el mantenimiento de un cierto nivel de intensidad de los cambios. Aquí "intensidad" se entiende como la velocidad de los cambios, el número de empleados y los recursos, el nivel de tensión psicológica y los otros. La solución de ecuaciones (25) y (26) permite determinar el valor óptimo de la matriz en función del criterio (27). La optimización de la intensidad de los cambios (la matriz **A**) puede ser alcanzado a través de la optimización de la integración de los departamentos de acuerdo con sus competencias (S).

## Agradecimientos

El autor agradece a Máster de Gestión V. Zimin por la asistencia en el trabajo con el texto en el idioma español.

## Bibliografía

- Ainsworth Dale, Feyerherm Ann E. (2016). Higher order change: a transorganizational system diagnostic model. *Journal of Organizational Change Management*. Vol. 29, Iss. 5: 769–781.
- Amburgey T. L., Kelly D., Barnett W. P. (1993). Resetting the Clock, the Dynamics of Organizational Failure. *Administrative Science Quarterly*, 38: 51–73.

- Anjali Bansal (2015). Understanding the integration mechanisms practiced during organizational change: Evidence from five M & A transactions. *Journal of Organizational Change Management*. Vol. 28. Iss. 6: 929 – 947.
- Armenakis A. A., Bedeian A. G. (1999). Organizational Change, a Review of Theory, Research in the 1990s. *Journal of management*, 25 (3).
- Barnett W. P., Carroll G. R. (1995). Modeling Internal Organizational Change. *Annual Review of Sociology*, 21: 217–236.
- Barnett W. P., Greve H. R., Park D. Y. (1994). An evolutionary model of organizational performance. *Strategic Management Journal*, Vol. 15(1), P. 11–28.
- Beer M., Nohria N. (2000). Resolving the Tension between Theories E and O of Change [book section]. *Breaking the Code of Change*. Boston.
- Bennis W. (1969). Organization Development, its Nature, Origins and Prospects. *Addison-Wesley Publishing Company*.
- Blake R., Mouton J. (1964). The Managerial Grid, the Key to Leadership Excellence. Houston, *Gulf Publishing Co*.
- Blake R., Mouton J. (1969). Building a Dynamic Corporation Through Grid Organization Development. *Addison-Wesley Publishing Company*.
- Davis J. P., Eisenhardt K. M., Bingham C. B. (2009). Optimal structure, market dynamism, and the strategy of simple rules. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 54, P. 413–452.
- Fornell C., Larcker D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, Vol. 18(1), P. 39–50.
- Forrester J. W. (1961). Industrial dynamics. *Cambridge, MA: MIT Press*.
- Gladwi B., Tumay K. (1994). Modelling Business Processes with Simulation Tools. In the Proceedings of the 1994 Winter Simulation Conference, Lake Buena Vista, FL, December 11–14: 114–121.
- Greiner L. E. (1967). Patterns of Organizational Change. *Harvard Business Review*. May–June.
- Greiner L. E. (1972). Evolution and Revolution as Organization Grow. *Harvard Business Review*. July–August.
- Hannan M. T., Freeman J. (1984). Structural Inertia and Organizational Change. *American Sociological Review*, 49 (2): 149–164.
- Harrison J. Richard, Lin Zhiang, Carroll Glenn R., Carley Kathleen M. (2007). Simulation modeling in organizational and management research. *Academy of Management Review*. October. Vol. 32, Iss. 4: 1229-1245.
- Kathleen Carley M. (1995) Computational and mathematical organization theory: Perspective and directions. *Computing and Mathematic Organizational Theory*, 1(1): 39–56.
- Koller Manuel Ramón Tejeiro (2016). Exploring adaptability in organizations: Where adaptive advantage comes from and what it is based upon. *Journal of Organizational Change Management*. Vol. 29. Iss. 6: 837–854.
- Lant T. K., Mezias S. J. (1992). An organizational learning model of convergence and reorientation. *Organization Science*, 3: 47–71.
- Levinthal D. A. (1991). Organizational adaptation and environmental selection–interrelated processes of change. *Organization Science*, Vol. 2(1), P. 140–145.
- Lippitt G. L., Schmidt W. A. (1967). Crisis in a Development Organization. *Harvard Business Review*. November–December, 45(6).
- Macy B. A., Izumi H. (1993). Organization Change, Design and Work Innovation, a Meta-Analysis of 131 North American companies — 1961–1991. *Research in Organizational Change and Development*. / Eds. W. Pasmore, R. Woodman. Vol. 7. Greenwich. CN: 235–313.
- Malone T. W. (1986). Modeling coordination in organizations and markets. *Management Science*, 33: 1317–1332.
- Mikhnenko P. A. (2015). Modelación matemática de procesos de desarrollo y gestión del cambio de las organizaciones empresariales: monografía. Moscú. *Universidad Financiera y Industrial “Sinergia”* (En ruso: Михненко П. А. Математическое моделирование процессов развития и

- управления изменениями хозяйственных организаций / П. А. Михненко: монография – М.: Московский финансово-промышленный университет «Синергия», 2015).
- Nisbet R. (1969). *Social Change and History, Aspects of the Western Theory of Development*. London.
- Novikov D. A., Ivashchenko A. A. (2006). *Modelos y métodos de gestión de las organizaciones de desarrollo innovador de la empresa*. М.: LENAND (En ruso: Новиков Д. А., Иващенко А. А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы. М.: ЛЕНАНД, 2006).
- Peterson R. S., Behfar K. J. (2003). The dynamic relationship between performance feedback, trust, and conflict in groups: A longitudinal study. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 92 (1–2): 102–112.
- Pulido A., Fontela E. (1993). *Análisis Input-Output Modelos, Datos y Aplicaciones*. Ediciones Pirámide. Madrid.
- Salter M. S. (1968). *Stages of Corporate Development, Implications for Management Control*. [Doctoral dissertation]. *Harvard University*.
- Schilke O. (2014). On the contingent value of dynamic capabilities for competitive advantage: the nonlinear moderating effect of environmental dynamism. *Strategic Management Journal*, Vol. 35, P. 179–203.
- Shirokova G. V. (2008). *La gestión del cambio en las empresas rusas: el libro de texto, 2ª ed.* San Petersburgo: *Graduate School of Management*. (En ruso: Широкова Г. В. Управление изменениями в российских компаниях: учебник, 2-е изд. СПб: Высшая школа менеджмента СПбГУ, 2008).
- Starbuck W. H. (1965). *Organizational Growth and Development*. [book section]. *Handbook of Organizations* / March J. G. (ed.). Chicago. *Rand McNally*.
- Van de Ven A., Poole M. S. (1995). Explaining Development and Change in Organizations. *Academy of Management Review*. 20 (3): 510–540.
- Volkova V. N. Denisov A. A. (1997). *Fundamentos de la teoría de sistemas y análisis de sistemas*. San Petersburgo: *St. Petersburg Politechnic University*. (En ruso: Волкова В. Н. Основы теории систем и системного анализа. / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. СПб.: СПбГТУ, 1997).
- Voronin A. A., Mishin C. P. (2002). A Model of Optimal Control of Structural Changes in an Organizational System. *Automation and Remote Control*, August 2002, Vol. 63, Iss. 8: 1329–1342.
- Weik K., Quinn R. (1999). *Organizational Change and Development*. *Annual Review of Psychology*, 50: 361–386.
- Wilhelm H., Schlömer M., Maurer I. (2015). How Dynamic Capabilities Affect the Effectiveness and Efficiency of Operating Routines under High and Low Levels of Environmental Dynamism. *British Journal of Management*, Vol. 26, P. 327–345.
- Winter Sidney G. (2003). Understanding dynamic capabilities. *Strategic Management Journal*, Vol. 24, P. 991–995.
- Yitzhak Samuel, Jacobsen Chanoch (1997). A system dynamics model of planned organizational change. *Computational and Mathematical Organization Theory*, 3: 151–171.



## Impacto de la innovación en marketing sobre la conducta exportadora de las empresas del sector agroindustrial español

RAMOS RUIZ, JOSÉ

Universidad del Norte (Colombia)

Correo electrónico: jramos@uninorte.edu.co

POLO OTERO, JOSÉ

Universidad del Norte (Colombia)

Correo electrónico: lpoloj@uninorte.edu.co

ARRIETA BARCASNEGRAS, AQUILES

Universidad del Norte (Colombia)

Correo electrónico: abarcasnegras@uninorte.edu.co

VEGA CÁRCAMO, JEAN

Universidad del Norte (Colombia)

Correo-e: jcvega@uninorte.edu.co

### RESUMEN

En esta investigación, se estudia el impacto que tiene la realización de innovaciones en mercadotecnia sobre la conducta de exportación, soportada en la estructura panel ofrecida por el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC). Para ello, se hizo uso del método *Propensity Score Matching* combinado con el método de diferencias en diferencias, propio de los análisis de evaluación de impacto. Los resultados de la aproximación econométrica muestran un impacto negativo y significativo de la innovación en *marketing* sobre la realización de exportaciones en el sector agroindustrial de España.

**Palabras claves:** innovacin; *marketing*; conducta exportadora; evaluación de impacto; agroindustria.

**Clasificación JEL:** O30; H43; Q13.

**MSC2010:** 91G70.

# Impact of Marketing Innovation on Exporting Behavior for Spanish Agro-Industry Sector

## ABSTRACT

This research studies the impact that marketing innovation entails for exporting behavior, supported by the panel data structure given by the Panel of Technological Innovation. To do so, Propensity Score Matching method has been combined with the method of difference in differences, which is usual for impact evaluation analysis. The results from econometric estimations show the existence of a significative, negative impact of marketing innovation on exporting performance for Spanish agro-industry sector.

**Keywords:** Innovation; marketing; exporting behavior; impact evaluation; agro-industry.

**JEL classification:** O30; H43; Q13.

**MSC2010:** 91G70.



## 1. Introducción

El sector agroindustrial constituye una de las actividades más importantes del aparato productivo de España. De acuerdo a la encuesta industrial de empresas del Instituto Nacional de Estadística (INE), esta actividad incluye varias de las industrias líderes de la economía nacional. Es así como la industria agroalimentaria se erige como el primer sector manufacturero del país, aglutinando cerca del 20% de las ventas industriales. Así mismo, aproximadamente 7% de la ocupación laboral de España se concentra en el conjunto del sector agrícola y agroindustrial.

Otra característica distintiva de este sector es su importancia para la situación comercial del país, destacando como una de las actividades de más rápida internacionalización en el último tiempo. Incluso, en los últimos años el sector exportador agroalimentario reporta una balanza comercial positiva de forma permanente.

La entrada de las firmas agroindustriales al mercado internacional, junto con el incremento del flujo de actividades comerciales supone la implementación de diversas estrategias, dentro de las que destacan las actividades de innovación como una de las herramientas clave para este fin. Con el giro en la perspectiva de enfoque de la innovación empresarial, pasando de centrarse en el producto a centrarse en el consumidor, la innovación en marketing<sup>1</sup> se ha convertido en un elemento clave para el sostenimiento en el mercado, además de generar valor para los clientes y los accionistas. Tal como afirma Vilarroya (2010), el secreto de innovar para incrementar las ventas y los beneficios de la empresa, no está plenamente en el desarrollo de un nuevo producto, sino en saber comunicarlo y presentarlo de una forma distinta a la competencia.

En este sentido, resulta importante estudiar el impacto que tiene la realización de innovaciones en mercadotecnia sobre la conducta de exportación. Por tal motivo, soportada en la estructura panel ofrecida por el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC), esta investigación tiene como objetivo determinar el impacto que tiene la innovación en marketing sobre la realización de exportaciones de las empresas del sector agroindustrial español. Para ello, se hace uso del método *propensity score matching* combinado con el método de diferencias en diferencias, propio de los análisis de evaluación de impacto.

En la medida que el foco está en la innovación en marketing, este trabajo resulta una contribución relevante a la literatura científica sobre innovación, dado que tradicionalmente las innovaciones no tecnológicas, y en especial la de marketing, no han recibido mucha atención en el espectro académico (Augusto y Coelho, 2009).

El presente documento se encuentra estructurado en 6 secciones, constituyendo esta introducción la primera. En la segunda, se ofrece una revisión del estado del arte sobre el vínculo entre innovación y exportaciones, que sirve de sustento para formular la hipótesis de partida de la investigación. La configuración metodológica y el análisis de los resultados encontrados se encuentran en la tercera y cuarta sección, respectivamente. Algunas limitaciones y futuras líneas de investigación se condensan en la quinta sección. Finalmente se presentan conclusiones que permiten derivar próximas líneas de investigación en la temática.

---

<sup>1</sup> En este trabajo se adopta la definición de innovación en marketing provista por el Manual de Oslo (OECD, 2005), según la cual una innovación de este tipo corresponde a la introducción de un nuevo método de comercialización que entrañe importantes mejoras en el diseño o presentación del producto, en su posicionamiento, en su promoción o en su precio.

## 2. Revisión de literatura y formulación de hipótesis

El vínculo entre innovación y comportamiento exportador ha sido estudiado tanto desde una perspectiva macroeconómica como desde un enfoque microeconómico. Dado que el contexto del presente estudio corresponde a la empresa, la revisión del estado del arte se concentra en esta última orientación. Tradicionalmente, la literatura sobre comercio exterior identifica dos posturas teóricas para dar razón a dicha relación. Por una parte, el efecto positivo de la innovación sobre las exportaciones se explica por un *mecanismo de selección*, por medio del cual aquellas firmas más productivas logran acceder al mercado internacional con sus productos (Wagner, 2007). Por otro lado, la hipótesis de *learning by exporting* establece una relación causa-efecto desde la internacionalización hacia la innovación, en respuesta a la experiencia que adquieren las empresas sobre el conocimiento proveniente del extranjero y la tecnología del mercado global (Grossman y Helpman, 1993; Aghion et al., 1998; Salomon y Shaver, 2005).

En cuanto al efecto de *auto-selección*, se parte de la consideración que la innovación está aparejada con un amplio rango de costos, los cuales llevan a valorar la rentabilidad de las actividades de innovación en función de un análisis costo-beneficio, de manera que solo las empresas eficientes son capaces de asumir los costos irrecuperables asociados a la exportación, y permitirse innovar. De esta postura se concluye que las empresas más productivas están mejor condicionadas para exportar, especialmente si también son innovadoras (Monreal-Pérez, Aragón-Sánchez y Sánchez-Marín, 2012).

De esta forma, la hipótesis de *auto-selección* reconoce que las firmas con inversiones en actividades de innovación son más productivas, prediciendo que las empresas innovadoras entrarán con sus productos a los mercados extranjeros para incrementar sus volúmenes de ventas. Precisamente, trabajos como Aw, Chen y Roberts (2001); Delgado, Farinas y Ruano (2002) y Greenaway y Kneller (2007) destacan que en general, las empresas que exportan tienen un nivel de productividad superior al de las que no exportan, previo al comienzo de las actividades de venta en el exterior. Precisamente, la heterogeneidad en productividad entre firmas constituye el centro del análisis de la mayoría de investigaciones sobre el tema. Partiendo del trabajo sobre dinámica industrial (Jovanovic, 1982), los modelos teóricos de Melitz (2003), Bernard et al., (2003) y Yeaple (2005) asumen que existe una distribución de productividad exógena entre firmas, sin llegar a explicar por qué hay unas más productivas que otras, por qué hay empresas que deciden innovar y por qué determinan participar en el mercado exterior.

A partir de esta orientación, una corriente de esta literatura busca endogeneizar la heterogeneidad en productividad de las empresas, permitiéndoles la decisión de participar en actividades que aumenten su productividad antes de exportar. Justamente, una fuente importante para justificar las diferencias en productividad viene de las inversiones en I+D y actividades de innovación. Los gastos en estos rubros juegan un rol destacado para comprender la decisión de exportar. Siguiendo la hipótesis de ciclo de vida del producto, Vernon (1979) afirma que el proceso de internacionalización de las empresas puede ser explicado considerando que aquellas firmas jóvenes con un nuevo producto desarrollado, en las fases tempranas del mismo y sobre la base de su propio conocimiento, deciden movilizarse al exterior para consolidar su potencial de mercado y evitar los límites que impone el mercado local en la etapa de madurez del producto.

Dentro de los argumentos expuestos para explicar la conexión entre I+D/innovación y conducta exportadora se reconoce el papel de la capacidad tecnológica para hacer más competitiva a las firmas, lo que a su vez les permite invertir en I+D y mejorar su capacidad de innovación (Rodil, Vence y Sánchez, 2015). Asimismo, se destaca la ventaja que supone

la internacionalización en cuanto expande las ventas de las empresas, facilitándole repartir los costos de la innovación, normalmente fijos, en un mayor volumen de demanda (Álvarez y Robertson, 2004). Adicionalmente, la inversión en I+D fortalece los activos de conocimiento contribuyendo al incremento de la capacidad de las empresas para asimilar el conocimiento externo.

La evidencia empírica que parte del supuesto de heterogeneidad en la firma respalda mayoritariamente la idea que la innovación es un factor impulsor de la conducta exportadora (Wakelin, 1998; Rodríguez, 1999; Basile, 2001; Roper y Love, 2002; Roper, Love y Añon, 2006; Harris y Li, 2009; Bernard y Jensen, 2004; Becker y Egger, 2009; Harris y Moffat, 2011, Monreal-Pérez, Aragón-Sánchez y Sánchez-Marín, 2012).

Por su parte, la hipótesis de *learning by exporting* se sustenta sobre la idea que el nuevo conocimiento soporta la innovación, de manera que las actividades de innovación adelantadas por las empresas resultan de un proceso colectivo en busca de nuevas soluciones y de la capacidad de aprender de la firma (Alegra y Chiva, 2008). En este escenario, la apertura al mercado exterior permite que las empresas incrementen sus capacidades de innovación en la medida que amplían sus oportunidades de adquirir conocimientos de distintas fuentes, capturar ideas de mayores y nuevos mercados, y acceder a distintas perspectivas culturales (Hitt, Hoskisson y Kim, 1997). Asimismo, la internacionalización se muestra como una actividad reductora de los costos asociados con la innovación, especialmente la de carácter tecnológico, dado que permite a las empresas con visión internacional acceder a amplios mercados e identificar los insumos y tecnologías más baratos, así como localizar departamentos estratégicos, como el de I+D, en las áreas geográficas de mayor productividad (Kafouros et. al, 2008).

Autores como Silva, Africano y Afonso (2010) y Harris y Li (2009) coinciden en que la internacionalización promueve una alta presión competitiva que lleva a las empresas a mantenerse en constante actualización de sus productos, lo que supone el desarrollo de sus capacidades de innovación. Entretanto, Salomon y Shaver (2005) apuntan que los beneficios sobre el comportamiento innovador de la empresa derivados del aprendizaje de las exportaciones son de carácter ex – post y no inmediatos, dado que, si bien los exportadores acceden a inputs de aprendizaje no disponibles en su mercado local, se requiere de un proceso de *spill back* para que tal aprendizaje se traduzca en el desarrollo de nuevos productos y en el registro de mayores patentes. Las estimaciones de los investigadores dan cuenta de un periodo de dos años entre el comienzo de la actividad exportadora por parte de las firmas y la consecución de una innovación.

A pesar de estas posturas, la evidencia empírica muestra resultados más bien mixtos para esta hipótesis, caracterizados mayoritariamente por la inexistencia de diferencias significativas post entrada, en términos de desempeño, entre las empresas que inician su actividad exportadora y las no exportadoras (Jensen y Musick, 1996; Clerides, Lach y Tibout, 1998; Isgut, 2001; Wagner, 2002; Álvarez y López, 2005). Pese a ello, algunos trabajos muestran que el efecto *learning by exporting* tiene incidencia significativa cuando se tienen en cuenta variables como el tiempo de experiencia exportadora (Greenaway y Yu, 2004) o el tamaño (Silvente, 2005).

De acuerdo a Salomon y Shaver (2005), la explicación clave para estos resultados se halla en que, si bien la internacionalización facilita el flujo de información desde el mercado receptor de los productos comercializados, muchas veces no es suficiente para alcanzar los resultados predichos. A esto se suma que la naturaleza de los flujos de información se concentra en el producto en lugar de los procesos, privilegiando el aprendizaje relacionado con productos competidores y preferencias de los consumidores extranjeros sobre el aprendizaje vinculado con las tecnologías de procesos.

Una limitación presente en las investigaciones que buscan validar las hipótesis señaladas reside en su énfasis en la innovación tecnológica y en el reconocimiento de la I+D como input definitorio. Al menos dos consideraciones deben tomarse en cuenta. En primer lugar, no todas las innovaciones requieren investigación y desarrollo. Asimismo, el gasto en I+D no siempre conduce a innovación. Por tanto, esos estudios ofrecen un entendimiento incompleto de la relación entre innovación y exportaciones.

Recientemente, se ha despertado el interés por analizar más allá de la importancia asignada a los gastos en I+D e innovación tecnológica y su impacto sobre el desempeño exportador, para dar cabida a la identificación del efecto que tienen los tipos específicos de innovación. En este orden de ideas, la innovación en marketing es de especial interés dado que actividades como las modificaciones en el diseño del producto y en los métodos de ventas facilitan el posicionamiento de los productos en el mercado y contribuyen a que el acceso al entorno internacional sea más fácil (Rodil, Vence y Sánchez, 2015).

Varias formulaciones teóricas y evidencia empírica soportan la existencia de un vínculo entre este tipo de innovación y el comportamiento exportador. Naidoo (2010) sugiere que la innovación en mercadotecnia está asociada con la generación de ventajas competitivas, toda vez que los cambios o mejoras exitosas en el diseño, promoción, posicionamiento o fijación de precios del producto se convierten en un elemento novedoso en la dotación de recursos poseídos por una empresa, lo que desencadena en la aparición de una combinación de recursos valiosos que los competidores no podrán imitar fácilmente. El carácter idiosincrático señalado para los recursos estratégicos, junto con la naturaleza *path-dependent* en su acumulación (Nelson y Winter, 1982), aumenta la dificultad de imitación por parte de otras empresas, debido al tiempo que interviene para que la competencia adquiera o reproduzca los nuevos recursos. En consecuencia, la innovación en marketing agrega un *flujo* de recursos a un *stock* de activos estratégicos (Dierickx y Cool, 1989) que sostienen la competitividad de las firmas y su presencia en mercados internacionales.

Algunos estudios empíricos respaldan el impacto positivo de la innovación en marketing sobre la actividad exportadora. Sentürk y Erdem (2008) encuentran que la intensidad en la internacionalización de las empresas turcas se ve beneficiada por la existencia de un departamento de marketing y por actividades de promoción de productos. Por su parte, Salomon y Byungchae (2010) y Esteve-Pérez y Rodríguez (2013) registran para las empresas industriales de España una relación positiva entre su intensidad en publicidad y sus ventas al exterior. De forma similar, Rodil, Vence y Sánchez (2015) reconocen la innovación en marketing como una fuente de diferenciación para el acceso al extranjero de las empresas de la región de Galicia.

Atendiendo a toda la información presentada, este trabajo parte de la siguiente hipótesis central:

**H1: La innovación en marketing tiene un efecto positivo sobre la realización de actividades de exportación en las empresas agroindustriales**

### **3. Metodología**

Para poder medir el efecto o impacto que la innovación en marketing ha tenido sobre las exportaciones, en esta investigación se utilizará una metodología de evaluación de impacto. Los métodos cuantitativos de evaluación del impacto utilizan técnicas de emparejamiento para determinar la relación causal entre el impacto y la implementación de un proyecto. Para nuestro

estudio el "proyecto" es la situación en la que las empresas realizaron una innovación en marketing, de modo que la implementación del proyecto genera un grupo de empresas que llevan a cabo tal innovación, conocidas como "tratamiento". De las empresas que no forman parte del tratamiento, otro grupo, denominado "control", es utilizado como insumo para la construcción de un escenario contrafactual. El método de evaluación cuantitativa requiere la construcción de este escenario como una aproximación a la situación del beneficiario, si este no hubiera participado en el proyecto.

Bajo estas definiciones, la participación en el proyecto no es aleatoria, ya que sólo las empresas con ciertas características pueden llevar a cabo una innovación en marketing, por lo que el tratamiento, en lugar de ser un estado, es una decisión. Esta situación, conocida como sesgo de selección, crea problemas durante la definición del grupo de control y la construcción de los escenarios contrafactuales, ya que es muy probable que la variable que define el impacto (exportaciones) diferirá entre el grupo de tratamiento y el grupo de control, aun si el proyecto no hubiera existido.

Empíricamente, este problema se resuelve con una metodología reconocida en la literatura como *Propensity Score Matching* (PSM). El modelo PSM asume que la selección en el programa se basa única y exclusivamente en variables observables de las unidades de estudio y calcula el efecto medio del tratamiento sobre los tratados (ATT), definido como la diferencia en el resultado promedio (exportaciones) entre aquellos que han sido tratados ( $T = 1$ ) (haber llevado a cabo una innovación en marketing) y los que no han sido tratados ( $T = 0$ ) en la forma de:

$$ATT = E[Exportaciones|T = 1, P(X)] - E[Exportaciones|T = 0, P(X)] \quad (1)$$

$E[*]$  Denota la operación de esperanza matemática,  $T$  es la variable de tratamiento (haber llevado a cabo una innovación en marketing), y  $P(X)$  es la puntuación balanceada derivada de las variables observadas en  $X$ , de manera que la distribución condicional de  $X$ , dado  $P(X)$ , sea la misma para los grupos tratados y no tratados (Bernal y Peña, 2011).

Sin embargo, gracias a que el PITEC es un panel, la aproximación por PSM no pueda controlar los efectos fijos no observables o condiciones individuales de las empresas presentes a lo largo del tiempo, por lo que un sesgo puede permanecer oculto dentro del cálculo del ATT. Para sobrellevar este problema, el PSM puede ser combinado con otra metodología cuantitativa de evaluación de impacto, conocida como *Diferencias en Diferencias*, que juntos se ocupan de aquellas características no observadas que sean constantes a través del tiempo entre los grupos de tratamiento y control, estimando así un efecto sin este sesgo.

**Tabla 1. Determinantes de la innovación en marketing según la literatura, y su medición**

Variable	Medición	Autores
Cifra de Gastos internos y externos en I+D	Porcentaje de gasto en innovación	Barney (1991), Howells (1999), Hadjimanolis (2000), Bhattacharya y Bloch (2004), Romijn y Albaladejo (2002), Macpherson (1997), Mairesse y Mohnen (2005), Howells, Gagliardi y Malik (2008)
Tamaño (Log del número de empleados)	Número de empleados (Medidos en Logaritmos)	Bhattacharya y Bloch (2004), Hadjimanolis (2000), Macpherson (1997), Lambardi y Mora (2014), Govindaraju et al (2013), De Jong y Vermeulen (2006), Sappasert (2008), Halpern (2010), Medrano (2011)
Uso de fuentes internas de información	Variable dummy: 1 si la empresa hizo uso de alguna fuente externa de ideas para innovar; 0 en otro caso	Paviit (1984), Busom (1993), (1999), Huergo (2006)
Uso de fuentes externas de información	Variable dummy: 1 si la empresa hizo uso de alguna fuente interna de ideas para innovar; 0 en otro caso	Paviit (1984), Busom (1993), , Huergo (2006)
Obstáculos de innovación	Importancia de los obstáculos de costo; Importancia de los obstáculos de conocimiento; Importancia de los obstáculos de mercado; Importancia de otros obstáculos	Hadjimanolis (2000), Madrid-Guijarro, García y Van Auken (2009), García y Briz (2000), Baldwin y Lin (2002), Hewitt-Dundas (2006)
Objetivos de innovación	Importancia de los objetivos productivos; Importancia de los objetivos de proceso; Importancia de otros objetivos	Cabagnols y Le Bas (2002), Reichstein y Salter (2006), Baregheh et al. (2012), Naidoo (2010), Yam et al., (2004); Ion y Víctor (2013).
Cifra de gastos en mercadeo de innovaciones	Porcentaje de gasto en innovación	Yoon y Lilien (1985), Balachandra y Blockhoff (1995), Verhaeghe y Kfir (2002)

Fuente: Elaboración de los autores.

Para la combinación de estos métodos, se debe utilizar el PSM hasta el punto donde se calcula  $P(X)$  o *Propensity Score* para la línea base; con esta información como marco de referencia se utiliza el modelo de *Diferencias en Diferencias* para el cálculo del ATT de la siguiente manera:

- a) La alternativa aplicada en PSM compara casos que son "cercaños" en términos del vector, de modo que los individuos o unidades participantes se asocian (o emparejan) con las unidades no participantes por medio de la estimación de la probabilidad de que la unidad se convierta en parte del proyecto (Propensity score –  $P(X)$ ). En el análisis, el vector  $X$  consiste de variables explicativas que determinan la probabilidad de innovar en marketing, tales como las que se presentan en la Tabla 1<sup>2</sup>. Al calcular  $P(X)$  se puede definir la participación en el grupo de tratamiento y en el grupo de control; es decir, en el grupo de empresas que han logrado innovaciones marketing, y el grupo de empresas que tienen las características necesarias para realizar esa innovación, pero no lo hicieron.
- b) Dada esta variable de clasificación  $D$  el estimador de diferencias en diferencias para el ATT se puede estimar utilizando un modelo de regresión de efectos fijos. Para ello, aparte de la variable binaria de tratamiento  $D_{it} = 1$  si el individuo  $i$  recibió tratamiento en el periodo  $t$  y  $D_{it} = 0$  de lo contrario, se construyen variables binarias para cada individuo (efectos fijos de individuo -  $G_1, \dots, G_N$ ) y variables binarias para cada periodo (efectos fijos de tiempo -  $T_1, \dots, T_T$ ):

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 D_{it} + \gamma_2 G_2 + \dots + \gamma_N G_N + \delta_2 T_2 + \dots + \delta_T T_T + \mu_{it} \quad (2)$$

El efecto de la innovación en marketing sobre las variables de desempeño corresponde a  $\beta_1$ . Se excluyen los efectos fijos  $\gamma_1$  y  $\delta_1$  para evitar problemas de multicolinealidad perfecta. Al incluir los efectos fijos se pretende controlar por características individuales no observables y las diferencias entre un periodo y el siguiente que afectan la variable de resultado; independiente de si el individuo recibe el tratamiento o no.

#### 4. Análisis de resultados

El modelo probabilístico para calcular  $P(X)$ , mostrado en la Tabla 2 permite evidenciar que para la línea base (año 2008), la innovación en marketing se encontraba determinada de manera positiva y significativa por el gasto en I+D hecho para actividades realizadas dentro de la empresa, por el tamaño de la empresa de acuerdo al número de personas empleadas y por el uso de fuentes externas de información utilizadas en los procesos de innovación. El resto de variables especificadas, parecen no tener un efecto significativo sobre la probabilidad de generar este tipo de innovación.

Para un cálculo correcto del ATT, primero se deben hacer consideraciones respecto a la calidad del emparejamiento. Como el emparejamiento no se condiciona a todas las variables observadas, sino sólo a la probabilidad de participación, es necesario determinar si se cumple la condición de balanceo. Esto significa que la probabilidad media de participación así como las medias de las variables en el vector sean idénticas entre los grupos de tratamiento y control, de modo que, después del condicionamiento por la probabilidad de participación, no existen diferencias entre las características observables entre el grupo de tratamiento y el grupo control

<sup>2</sup> La identificación teórica inicial de las variables que inciden sobre la innovación en marketing se realizó en función de los resultados presentados en investigaciones previas.

(Bernal y Peña, 2011). Esta es una condición que se satisface para el grupo de variables explicativas especificadas.

Por su parte, los resultados del modelo de diferencias en diferencias en la Tabla 3 muestran un impacto negativo y significativo de la innovación en marketing sobre la realización de exportaciones en el sector agroindustrial de España, rechazando la hipótesis inicial. Al menos tres posibles explicaciones a este hecho son ofrecidas, entendiéndose que su validación merece mayor espacio dentro de futuras investigaciones, debido a la limitada literatura existente sobre el tema.

Tabla 2. Modelo Probabilístico de determinantes de la innovación en marketing

Variable	Coficiente
Cifra de gastos internos en I+D	0.006 **
Cifra de gastos externos en I+D	-0.003
Tamaño (Log del número de empleados)	0.214 ***
Uso de fuentes internas de información	-0.298
Uso de fuentes externas de información	1.005 **
Importancia de los obstáculos de costo	-0.430
Importancia de los obstáculos de conocimiento	0.223
Importancia de los obstáculos de mercado	0.057
Importancia de otros obstáculos	0.465
Importancia de los objetivos productivos	0.465
Importancia de los objetivos de proceso	-0.397
Importancia de otros objetivos	0.163
Cifra de gastos en mercadeo de innovaciones	0.002
<i>Constante</i>	-2.459 ***
Observaciones	249
Pseudo R <sup>2</sup>	0.117
Log Likelihood	-151.903

Significancia: 99% \*\*\*, 95%\*\* , 90%\*

En primer lugar, se sugiere una desconexión entre la concepción de la orientación de mercado de la empresa y su operacionalización en los mercados internacionales. El punto de partida de esta interpretación recae en la idea que no existe plena identificación entre lo que Diamantopoulos y Hart (1993) llaman compromiso filosófico de la administración en relación a su orientación al mercado y los detalles de acción necesarios para implementarlo en el contexto internacional. En tal sentido, es posible que las empresas agroindustriales tengan la disposición de direccionar recursos para la creación de un departamento de marketing, desarrollar mecanismos formales de planificación de nuevas estrategias de mercadotecnia e incrementar el gasto en marketing, lo que se logra traducir en cambios o mejoras en el diseño, posicionamiento o promoción de sus productos. Incluso, cabe la posibilidad que exista un compromiso de exportación por parte de las directivas que los lleve a participar en programas de promoción exportadora, misiones comerciales y recolección de información sobre mercados

extranjeros. Sin embargo, probablemente no exista la capacidad de articular estos elementos en una estrategia de exportación que apunte a la consolidación de una ventaja competitiva sólida.

Tabla 3. Modelo de Diferencias en Diferencias para el cálculo del ATT.

Variable	Coefficiente
Impacto de la Innovación en Marketing	-6.014 ***
<i>Constante</i>	4.970 ***
Observaciones	1694
R <sup>2</sup>	0.750
Log Likelihood	100.388

Significancia 99% \*\*\*, 95%\*\* , 90%\*

Nota: Se utilizaron efectos fijos individuales y de tiempo en la regresión.

Kohli y Jaworski (1990) proponen que la orientación al mercado se compone de tres dimensiones: generación de inteligencia, diseminación de inteligencia y capacidad de respuesta a la inteligencia. De manera puntual, la generación de inteligencia apunta a ir más allá de la identificación de deseos y necesidades de los clientes, incluyendo un análisis profundo y centrado en el consumidor y los factores exógenos que afectan sus necesidades y preferencias. Por su parte, la diseminación hace referencia a la transmisión y provisión horizontal al interior de la empresa de la información recopilada en la etapa de inteligencia. Por último, la respuesta corresponde a la acción tomada y el enfoque operacional en relación a los mercados objetivos a seleccionar, el diseño y ofrecimiento de los productos, que deben cubrir tanto necesidades actuales como futuras, la producción, promoción y distribución de los mismos.

De esta manera, la estrategia exportadora seguida por una empresa, que en esencia es una estrategia de marketing, debe considerar una amplia gama de factores para garantizar el éxito de la ejecución práctica de su orientación de mercado, desde la comprensión del entorno externo, pasando por las regulaciones y los socios de exportación, hasta la selección del (los) producto(s) a exportar. La simple realización de innovaciones en marketing no garantiza la generación de ventajas competitivas que se reflejen en la entrada a nuevos mercados, se requiere que esas innovaciones sean parte de una estrategia que alinee la orientación de mercado de la empresa con su actuación en el exterior.

Asociada con esta explicación, posibles fallos en la forma cómo se combinan e integran los elementos del *marketing mix* como estrategia comercial de la empresa, pueden dar razón del resultado obtenido. El *marketing mix* junta los cuatro elementos básicos de índole comercial para cualquier organización: producto, precio, lugar y promoción. Aunque introducido en la década de 1950, el concepto se ha reorientado para dar prelación absoluta al consumidor en vez que al producto, como se hacía tradicionalmente. Por ello, se reconoce que aquellas empresas agroindustriales que innoven en alguno de los cuatro elementos con el objetivo de alcanzar mercados extranjeros si no logran plena complementariedad entre las cuatro variables no sostendrán su participación en dichos contextos. Así por ejemplo, si un nuevo producto del sector de alimentos y bebidas busca posicionarse fuera de las fronteras nacionales, no solo la combinación innovadora de su diseño y precio garantizará su posición competitiva, es necesario que provea canales de distribución acordes con las preferencias del mercado objetivo. De lo

contrario, inevitablemente las innovaciones adelantadas no supondrán ningún efecto en la internacionalización de la empresa.

Finalmente, un acercamiento a la comprensión de los resultados hallados proviene de la adopción de estrategias de marketing que privilegien la concentración de recursos en segmentos pequeños y específicos del mercado. En la medida que las empresas agroindustriales se inclinen a este tipo de estrategias, las innovaciones de mercadotecnia que lleven a cabo tendrán mayor impacto en el mercado local y no tanto en el internacional. La evidencia muestra que las estrategias de adaptación de productos son capaces de generar incrementos en las ventas pero no mejores resultados en cuanto a mayor participación de mercado (Leonidou, Katsikeas y Samiee, 2002; Calantone et al., 2006). A pesar que una estrategia de adaptación internacional de productos supondría un efecto positivo sobre la internacionalización (Zucchella y Palamara, 2006), dada la exigencia y costos que acarrea adaptar productos a las características culturales de consumo de los mercados objetivo, algunas industrias preferirán sacrificar la entrada al exterior para concentrarse en adaptar sus productos a las necesidades de sus consumidores más cercanos y obtener mayores ventas.

## **5. Limitaciones y futuras líneas de investigación**

En la literatura académica de negocios, la innovación en marketing ha recibido escasa atención, por tanto este trabajo supone un aporte valioso en aras de ir construyendo un cuerpo sólido de investigaciones que permitan ampliar el espectro de análisis alrededor de los conceptos y temáticas de innovación. No obstante, existen algunas limitaciones que pueden dar cabida a futuros espacios investigativos. En primer lugar, se debe mencionar que se adelantó un estudio sobre una base de datos con variables de carácter unidimensional para la medición de la innovación en marketing, por ello no es posible determinar de manera precisa qué factores conducen o determinan la posición estratégica de mercadotecnia de las firmas agroindustriales españolas al momento de llevar a cabo innovaciones de este tipo. Contar con variables que permitan superar este obstáculo permitiría validar posturas como la planteada en la sección de análisis sobre si las empresas agroindustriales siguen una estrategia de marketing de concentración de recursos, privilegiando los mercados locales, o por el contrario adelantan estrategias que promuevan de forma significativa la inserción en mercados internacionales.

Asimismo, en próximas investigaciones resultaría válido explorar el rol que juega las ganancias en productividad; específicamente indagar sobre los cambios que los niveles de productividad generan sobre la relación hallada entre innovación en marketing y conducta exportadora. Para esto, se hace necesario analizar el impacto que tiene la realización de innovación en marketing por parte de una firma sobre su conducta exportadora, considerando la productividad de la empresa. De igual manera, es pertinente verificar si el aprendizaje derivado de la inserción de productos agroindustriales en los mercados extranjeros tiene incidencia sobre la adopción de nuevos procedimientos de mercadeo. Todo esto apuntando a confirmar de forma completa las hipótesis de *auto-selección* y *learning by exporting*.

## **6. Conclusiones**

Esta investigación se ha enfocado en estudiar el impacto que tiene la realización de innovaciones en mercadotecnia sobre la conducta de exportación, soportada en la estructura panel ofrecida por el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC). Para ello, se hizo uso del método Propensity Score Matching combinado con el método de Diferencias en Diferencias, propio de los análisis de evaluación de impacto. Los resultados de la aproximación econométrica muestran un impacto negativo y significativo de la innovación en marketing sobre la realización de

exportaciones en el sector agroindustrial de España, rechazando la hipótesis inicial planteada a partir de la revisión de literatura. Al menos tres posibles explicaciones a este hecho son ofrecidas, entendiendo que su validación merece mayor espacio dentro de futuras investigaciones, debido a la limitada literatura existente sobre el tema.

En primer lugar, se sugiere una desconexión entre la concepción de la orientación de mercado y su operacionalización en los mercados internacionales. Es posible que las empresas agroindustriales tengan la disposición de direccionar recursos para la creación de un departamento de marketing y cabe la posibilidad que exista un compromiso de exportación por parte de las directivas; sin embargo, probablemente no exista la capacidad de articular estos elementos en una estrategia de exportación que apunte a la consolidación de una ventaja competitiva sólida. Esto quiere decir que la simple realización de innovaciones en marketing no garantiza la generación de ventajas competitivas que se reflejen en la entrada a nuevos mercados, se requiere que esas innovaciones sean parte de una estrategia que alinee la orientación de mercado de la empresa con su actuación en el exterior.

Segundo, el resultado obtenido puede deberse a fallo en la forma cómo se combinan e integran los elementos del *marketing mix* como estrategia comercial de la empresa. El *marketing mix* junta los cuatro elementos básicos de índole comercial para cualquier organización: producto, precio, lugar y promoción. Por ejemplo, si un nuevo producto del sector de alimentos y bebidas busca posicionarse fuera de las fronteras nacionales, no solo la combinación innovadora de su diseño y precio garantizará su posición competitiva, es necesario que provea canales de distribución acordes con las preferencias del mercado objetivo. De lo contrario, inevitablemente las innovaciones adelantadas no supondrán ningún efecto en la internacionalización de la empresa.

Finalmente, un acercamiento a la comprensión de los resultados hallados proviene de la adopción de estrategias de marketing que privilegien la concentración de recursos en segmentos pequeños y específicos del mercado. En la medida que las empresas agroindustriales se inclinen a este tipo de estrategias, las innovaciones de mercadotecnia que lleven a cabo tendrán mayor impacto en el mercado local y no tanto en el internacional. Tal como se comentó previamente, todos los planteamientos aquí presentados constituyen aproximaciones para explicar un resultado con poco o ningún registro dentro de la literatura sobre innovación. Por tanto, abre la oportunidad para desarrollar futuras investigaciones que amplíen el análisis y fortalezcan o desvirtúen las explicaciones sugeridas.

## Referencias

- Aghion, P., Howitt, P., Brant-Collett, M., & García-Peñalosa, C. (1998). *Endogenous growth theory*. MIT press.
- Alegre, J., & Chiva, R. (2008). Assessing the impact of organizational learning capability on product innovation performance: An empirical test. *Technovation*, 28, 315–326.
- Álvarez, R., & López, R. A. (2005). Exporting and performance: evidence from Chilean plants. *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique*, 38(4), 1384-1400.
- Álvarez, R., & Robertson, R. (2004). Exposure to foreign markets and firm-level innovation: Evidence from Chile and Mexico. *Journal of international trade and economic development*, 13(1), 57-87.

Augusto, M., & Coelho, F. (2009). Market orientation and new-to-the-world products: Exploring the moderating effects of innovativeness, competitive strength, and environmental forces. *Industrial marketing management*, 38(1), 94-108.

Aw, B. Y., Chen, X., & Roberts, M. J. (2001). Firm-level evidence on productivity differentials and turnover in Taiwanese manufacturing. *Journal of Development Economics*, 66(1), 51-86.

Balachandra, R. y Brockhoff, K. (1995). Are R&D project termination factors universal? *Research-Technology Management*, 38, 31-36.

Baldwin, J., y Lin, Z. (2002). Impediments to advanced technology adoption for Canadian manufacturers. *Research policy*, 31(1), 1-18.

Baregheh, A., Rowley, J., Sambrook, S., y Davies, D. (2012). Innovation in food sector SMEs. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 19 (2), 300-321.

Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of management*, 17(1), 99-120.

Basile, R. (2001). Export behaviour of Italian manufacturing firms over the nineties: the role of innovation. *Research policy*, 30(8), 1185-1201.

Becker, S. O., & Egger, P. H. (2009). Endogenous product versus process innovation and a firm's propensity to export. *Empirical Economics*, 44(1), 329-354.

Bernal, R., & Peña, X. (2011). *Guía práctica para la evaluación de impacto*. Universidad de los Andes, Facultad de Economía, Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico.

Bernard, A. B., & Jensen, J. B. (2004). Why some firms export. *Review of Economics and Statistics*, 86(2), 561-569.

Bernard, A. B., Eaton, J., Jensen, J. B., & Kortum, S. (2003). Plants and productivity in international trade. *The American Economic Review*, 93(4), 1268-1290.

Bhattacharya, M. y Bloch, H. (2004). Determinants of Innovation. *Small Business Economics*, 22 (2), 155-162.

Busom, I. (1993). Los proyectos de I+ D de las empresas: un análisis empírico de algunas de sus características. *Revista Española de Economía*, 39-65.

Cabagnols, A. y Le Bas, C. (2002). Differences in the determinants of product and process innovations: the French case en A. Kleinknecht y P. Mohnen (eds), *Innovation and Firm Performance*. Palgrave: London, pp. 112-149.

Calantone, R. J., Kim, D., Schmidt, J. B., & Cavusgil, S. T. (2006). The influence of internal and external firm factors on international product adaptation strategy and export performance: a three-country comparison. *Journal of Business Research*, 59(2), 176-185.

- Clerides, S. K., Lach, S., & Tybout, J. R. (1998). Is learning by exporting important? Micro-dynamic evidence from Colombia, Mexico, and Morocco. *The quarterly journal of economics*, 113(3), 903-947.
- De Jong, J., y Vermeulen, P. (2006). Determinants of Product Innovation in Small Firms. *International Small Business Journal*, 24 (6), 587-609.
- Delgado, M. A., Farinas, J. C., & Ruano, S. (2002). Firm productivity and export markets: a non-parametric approach. *Journal of international Economics*, 57(2), 397-422.
- Diamantopoulos, A., & Hart, S. (1993). Linking market orientation and company performance: preliminary evidence on Kohli and Jaworski's framework. *Journal of strategic marketing*, 1(2), 93-121.
- Dierickx, I., & Cool, K. (1989). Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage. *Management science*, 35(12), 1504-1511.
- Esteve-Pérez, S., & Rodríguez, D. (2013). The dynamics of exports and R&D in SMEs. *Small Business Economics*, 41(1), 219-240.
- García, M. y Briz, J. (2000). Innovation in the Spanish food & drink industry. *The International Food and Agribusiness Management Review*, 3 (2), pp. 155-176.
- Govindaraju, V G R C., Vijayaraghavan, G., y Pandiyan, V. (2013). Product and process innovation in Malaysian manufacturing: The role of government, organizational innovation and exports. *Innovation: Management, Policy & Practice*, 15 (1), 52-68.
- Greenaway, D., & Kneller, R. (2007). Firm heterogeneity, exporting and foreign direct investment. *The Economic Journal*, 117(517), 134-161.
- Greenaway, D., & Yu, Z. (2004). Firm-level interactions between exporting and productivity: Industry-specific evidence. *Review of World Economics*, 140(3), 376-392.
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1993). *Innovation and growth in the global economy*. MIT press.
- Hadjimanolis, A. (2000). An Investigation of Innovation Antecedents in Small Firms in the Context of a Small Developing Country. *R&D Management*, 30 (3), 235-245.
- Halpern, N. (2010). Marketing innovation: Sources, capabilities and consequences at airports in Europe's peripheral areas. *Journal of Air Transport Management*, 16 (2), 52-58.
- Harris, R., & Li, Q. C. (2009). Exporting, R&D, and absorptive capacity in UK establishments. *Oxford economic papers*, 61(1), 74-103.
- Harris, R., & Moffat, J. (2011). R&D, innovation and exporting. SERC Discussion Paper 73. Spatial Economics Research Centre, London.
- Hewitt-Dundas, N. (2006). Resource and capability constraints to innovation in small and large plants. *Small Business Economics*, 26(3), 257-277.

- Hitt, M. A., Hoskisson, R. E., & Kim, H. (1997). International diversification: Effects on innovation and firm performance in product-diversified firms. *Academy of Management Journal*, 40(4), 767-798.
- Howells, J. (1999). Research and technology outsourcing. *Technology Analysis & Strategic Management*, 11(1), 17-29.
- Howells, J., Gagliardi, D., y Malik, K. (2008). The growth and management of R&D outsourcing: evidence from UK pharmaceuticals. *R&d Management*, 38(2), 205-219.
- Huergo, E. (2006). The role of technological management as a source of innovation: Evidence from Spanish manufacturing firms. *Research Policy*, 35 (9), 1377-1388.
- Ion, P., y Victor, L. (2013). Highly important objectives for innovation in Romania within the European context. *Annals of Faculty of Economics*, 1 (1), 1588-1594.
- Isgut, A. (2001). What's different about exporters? Evidence from Colombian manufacturing. *Journal of Development Studies*, 37(5), 57-82.
- Jensen, J. B., & Musick, N. (1996). Trade, technology, and plant performance. *ESA/OPD*, 96-4.
- Jovanovic, B. (1982). Selection and the Evolution of Industry. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 649-670.
- Kafouros, M. I., Buckley, P. J., Sharp, J. A., & Wang, C. (2008). The role of internationalization in explaining innovation performance. *Technovation*, 28(1), 63-74.
- Kohli, A. K., & Jaworski, B. J. (1990). Market orientation: the construct, research propositions, and managerial implications. *The Journal of Marketing*, 1-18.
- Lambardi, G. y Mora, J. (2014). Determinantes de la innovación en productos o procesos: el caso colombiano. *Revista de Economía Institucional*, 16 (31), 251-262.
- Leonidou, L. C., Katsikeas, C. S., & Samiee, S. (2002). Marketing strategy determinants of export performance: a meta-analysis. *Journal of Business research*, 55(1), 51-67.
- Macpherson, A. (1997). A comparison of within-firm and external sources of product innovation. *Growth and change*, 28, 289-308.
- Madrid-Guijarro, A., Garcia, D. y Van Auken, H. (2010). Barriers to Innovation among Spanish Manufacturing SMEs. *Journal of Small Business Management*, 47 (4), 465– 488.
- Mairesse, J. y Mohnen, P. (2005). The Importance of R&D for innovation: a reassessment using French survey data. *Journal of Technology Transfer*, 30 (1/2), 183–197.
- Medrano, N. (2011). Factores determinantes de la adopción de innovaciones en marketing: empresa y comercio. Universidad de la Rioja.
- Melitz, M. J. (2003). The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity. *Econometrica*, 71(6), 1695-1725.

- Monreal-Pérez, J., Aragón-Sánchez, A., & Sánchez-Marín, G. (2012). A longitudinal study of the relationship between export activity and innovation in the Spanish firm: The moderating role of productivity. *International Business Review*, 21(5), 862-877.
- Naidoo, V. (2010). Firm survival through a crisis: The influence of market orientation, marketing innovation and business strategy. *Industrial marketing management*, 39(8), 1311-1320.
- Nelson, R. R., & Winter, S. G. (2009). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- OECD (2005). *Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research policy*, 13(6), 343-373.
- Reichstein, T. y Salter, A. (2006). Investigating the sources of process innovation among UK manufacturing firms. *Industrial and Corporate Change*, 15 (4), 653–682.
- Rodil, Ó., Vence, X., & del Carmen Sánchez, M. (2015). The relationship between innovation and export behaviour: The case of Galician firms. *Technological Forecasting and Social Change*.
- Rodríguez, D. R. (1999). Relación entre innovación y exportaciones de las empresas: Un estudio empírico. *Papeles de Economía Española*, (81), 167-180.
- Romijn, H. y Albaladejo, M. (2002). Determinants of Innovation Capability in Small Electronics and Software Firms in Southeast England. *Research Policy*, 31 (7), 1053–1067.
- Roper, S., & Love, J. H. (2002). Innovation and export performance: evidence from the UK and German manufacturing plants. *Research policy*, 31(7), 1087-1102.
- Roper, S., Love, J.H. & Añon, D. (2006). The determinants of export performance: evidence for manufacturing plants in Ireland and Northern Ireland. *Scottish Journal of Political Economy*, 53(5), 586-615.
- Salomon, R. M., & Shaver, J. M. (2005). Learning by exporting: new insights from examining firm innovation. *Journal of Economics & Management Strategy*, 14(2), 431-460.
- Salomon, R., & Byungchae, Jin. (2010). Do leading or lagging firms learn more from exporting? *Strategic Management Journal*, 31(10), 1088-1113.
- Sapprasert, K. (2008). *On factors explaining organisational innovation and its effects* (No. 20080601). TIK Working Papers on Innovation Studies.
- Şentürk, İ., & Erdem, C. (2008). Determinants of export propensity and intensity of SMEs in developing countries: An empirical analysis of Turkish firms. *The Empirical Economics Letters*, 7(2), 171-179.
- Silva, A., Afonso, Ó., & Africano, A. P. (2010). *Which Portuguese manufacturing firms learn by exporting?* (No. 0026). Gabinete de Estratégia e Estudos, Ministério da Economia.

- Silvente\*, F. R. (2005). Changing export status and firm performance: Evidence from UK small firms. *Applied Economics Letters*, 12(9), 567-571.
- Verhaeghe, A. y Kfir, R. (2002). Managing innovation in a knowledge intensive technology organization (KITO). *R&D Management*, 32, 409-417.
- Vernon, R. (1979). The product cycle hypothesis in a new international environment. *Oxford bulletin of economics and statistics*, 41(4), 255-267.
- Villarroya, J. (2010). Marketing para innovar en distribución comercial. *MK: Marketing+ ventas*, (257), 8-17.
- Wagner, J. (2002). The causal effects of exports on firm size and labor productivity: first evidence from a matching approach. *Economics Letters*, 77(2), 287-292.
- Wagner, J. (2007). Exports and productivity: A survey of the evidence from firm-level data. *The World Economy*, 30(1), 60-82.
- Wakelin, K. (1998). The role of innovation in bilateral OECD trade performance. *Applied Economics*, 30(10), 1335-1346.
- Yam, R.C.M., Guan, J.C., Pun, K.F. y Tang, E. (2004). An audit of technological innovation capabilities in Chinese firms: some empirical findings in Beijing, China. *Research Policy*, 33 (8), 1123-1140.
- Yeaple, S. R. (2005). A simple model of firm heterogeneity, international trade, and wages. *Journal of international Economics*, 65(1), 1-20.
- Yoon, E. y Lilien, G. L. (1985). A new product launch-time decision model. *Journal of Product Innovation Management*, 3, 134-144.
- Zucchella, A., & Palamara, G. (2006). Niche strategy and export performance. *Advances in international marketing*, 17(1), 63-87.



## La aglomeración urbana de la ciudad de Sevilla: análisis de la oferta de inmuebles destinados a la actividad comercial e industrial

CASAS DEL ROSAL, JOSÉ CARLOS  
Universidad del Córdoba (España)  
Correo electrónico: jcasas@uco.es

CARIDAD Y OCERIN, JOSÉ MARÍA  
Universidad de Córdoba (España)  
Correo electrónico: ccjm@uco.es

NÚÑEZ TABALES, JULIA MARGARITA  
Universidad de Córdoba (España)  
Correo electrónico: es2nutaj@uco.es

### RESUMEN

La aglomeración urbana o área metropolitana de Sevilla está compuesta por el municipio del mismo nombre, cuarta ciudad más poblada de España, y 45 municipios más, junto con los que forma también la cuarta área económica e industrial más importante del país. Durante los últimos años, y debido a la intensa crisis económica a la que se ha visto abocada la región, la actividad ha disminuido considerablemente, lo que ha influido de forma significativa en el precio de oferta de locales comerciales y naves industriales. Este trabajo analiza la oferta actual de sendas modalidades de inmueble, para una muestra de 1916 registros y analiza mediante modelos de regresión las causas que significativamente más influyen en su valoración, proponiendo asimismo modelos de estimación del precio.

**Palabras claves:** Sevilla; local comercial; nave industrial; precio de oferta.

**Clasificación JEL:** R330.

**MSC2010:** 62H11; 62H12.

# The Urban Agglomeration of the City of Seville: Analysis of the Offer of Properties Intended for Commercial and Industrial Activity

## ABSTRACT

The urban agglomeration or metropolitan area of Seville is formed by the municipality of the same name, being the fourth most populated city in Spain; and with 45 municipalities, also forming the fourth most important economic and industrial area of the country. In recent years, due to the deep economic crisis the region has been facing, the activity has decreased considerably, which has influenced markedly on the offer price of commercial premises and warehouses. This work analyses the current supply of real estate modalities for a sample of 1916 records; and studies, using regression models, the causes that significantly influence on their assessment, proposing models of price estimation.

**Keywords:** Seville; commercial premise; industrial warehouse; offer price..

**JEL classification:** R330.

**MSC2010:** 62H11; 62H12.



## 1. Introducción

El mercado inmobiliario es un sector ampliamente analizado por el peso que tiene en la economía de un país. La mayor parte de las transacciones inmobiliarias que se realizan, se corresponden con inmuebles destinados a la vivienda. No obstante, el mercado de inmuebles vinculados al desarrollo de una actividad comercial e industrial nos ofrece una visión de la configuración del sector terciario en una zona concreta.

El área metropolitana de Sevilla es uno de los núcleos poblacionales, económicos e industriales más importantes de España. Reúne a más de un millón y medio de personas, y está compuesto por la ciudad de Sevilla y una multitud de pequeños municipios que se encuentran a escasa distancia del centro de la ciudad.

En este trabajo se analiza la información relativa a 1916 registros correspondientes a locales comerciales y naves industriales, que estaban a la venta a finales del mes de octubre de 2016. Para los mismos, se ha manejado el precio de oferta, el tamaño, la localización exacta y otras características que se detallarán a continuación.

En primer lugar, es importante poner de manifiesto las claras diferencias estructurales entre los locales comerciales y las naves industriales, debido a sus distintos usos. Mientras que la situación geográfica de un local comercial es indispensable para un buen funcionamiento de la actividad, las naves industriales suelen situarse en la periferia de las ciudades.

Asimismo, los locales comerciales son inmuebles que generalmente se sitúan en la planta baja de un edificio de viviendas y que su principal uso es el comercio. Existe una gran variedad de tamaños y forma de la planta del local, pero en general suelen ser de tamaño pequeño, la mayor parte, inferiores a 150 metros cuadrados. La visibilidad del local es fundamental, por lo que cobra especial importancia que esté situado a pie de calle o en el interior de un centro comercial, que tenga una gran fachada y, de ser posible, que esté situado en la esquina entre dos calles, para aumentar aún más, su visibilidad.

Por su parte, las naves industriales suelen estar ubicadas en zonas de fácil acceso de vehículos de gran tamaño, en lugares con buena conexión vial y en los que el uso es exclusivamente industrial. El tamaño del inmueble tiene especial importancia ya que, en general, se requieren grandes zonas de almacenaje y la maquinaria a utilizar es de grandes dimensiones. Suelen ocupar el espacio de toda la construcción y tener un reducido lugar reservado para el trabajo de oficina. Su elevado tamaño implica que el precio de venta de estos inmuebles suele ser mayor.

La aplicación de la metodología de precios hedónicos en el mercado de los locales comerciales es muy escasa y concretamente para naves industriales no se ha encontrado precedente alguno acerca de la citada metodología. El hecho de asociar, en numerosas publicaciones, mercado inmobiliario en general, con el mercado de la vivienda, da una idea del superlativo peso que éste tiene. Esto hace olvidar la importancia que un completo conocimiento del submercado de locales comerciales y naves industriales tiene también dentro de este sector.

Utilizando la metodología de precios hedónicos (MPH), se presenta en este trabajo la estimación del precio de estos inmuebles a partir de determinadas características como su tamaño, la distancia al centro, la zona del área metropolitana en la que se encuentra, o incluso la disposición o no de aire acondicionado. No obstante, la influencia de las variables citadas difiere dependiendo de si el análisis se realiza en el núcleo urbano principal o en los municipios de alrededor, así como de si el inmueble es un local comercial o una nave industrial.

El presente trabajo comienza con una revisión de la literatura relativa a los métodos de valoración, haciendo especial hincapié en la metodología utilizada en este trabajo (MPH). En el siguiente apartado, se presenta el marco geográfico de aplicación, la aglomeración urbana de Sevilla, y se ofrecen los datos más relevantes del mercado de locales comerciales y naves industriales. A continuación, en el apartado cuarto, se incluye información relativa a la muestra de inmuebles analizados y a las características estudiadas de éstos. Asimismo, se explicita el modelo estadístico utilizado. Seguidamente, en el quinto apartado, se muestran los resultados obtenidos

en la construcción de modelos de estimación de precios. Por último, se incluyen las conclusiones derivadas del análisis efectuado.

## **2. Metodología de precios hedónicos: una visión general**

La valoración inmobiliaria se define como la valoración de activos cuyo soporte es un bien material e inmobiliario. Pueden distinguirse dos tipos: valoración rural y urbana. En este trabajo nos centraremos en esta última. En esta definición pueden también incluirse otros elementos como los derechos reales – usufructo, servidumbres... etc. – y las cargas derivadas de la transacción como son las hipotecas (Guadalajara, 2014).

Por ello, el valor de un inmueble es, aquel que el mercado establece de acuerdo a sus características constructivas y cualitativas, así como a las características del entorno en el que este se encuentra.

García (2007) define la valoración de un bien inmobiliario como:

“un proceso de cálculo de un valor económico, establecido de acuerdo a unas metodologías de evaluación y a unas técnicas que tratan de construir un valor objetivo, atendiendo a las características propias del bien y de las amenidades de su entorno”.

Para Bernal, López y Palacios (2002), el valor de un inmueble viene determinado, en gran parte, por el precio de venta de los inmuebles próximos. Su justificación se sustenta en que los bienes urbanos situados próximos entre sí presentan características similares como las vistas, la disponibilidad de ascensor, rampa de minusválidos o zonas ajardinadas,...etc. Esta similitud se acrecienta con la cercanía.

De ello se deduce que, los bienes inmuebles poseen características particulares que los diferencian del resto, por lo que no es posible acudir a un mercado de competencia perfecta que permita conocer el valor de cada inmueble en un instante concreto.

Según Ballesteros y Rodríguez (1999), el valor de un inmueble puede cambiar considerablemente en inmuebles situados próximos entre sí ya que pueden existir, por ejemplo, inmuebles con características constructivas completamente diferentes en el mismo edificio en los que pueden ofrecerse o no determinados servicios como portería o presencia de piscina, con distintas situaciones jurídicas o que estén situados en lugares con expectativas de mejora distintas.

De esta forma, es fundamental para determinar su valor, analizar, además, en qué medida sus características son idóneas y se adaptan a los requerimientos del mercado en el que se encuentra.

Como bienes heterogéneos, los inmuebles se transmiten indivisiblemente junto a un conjunto de características que determinan su valor. Lancaster (1966) determina que el consumidor de un bien ejerce sus preferencias sobre las características del mismo, y no en el bien en sí mismo.

Uno de los problemas recurrentes cuando se dispone de un bien heterogéneo que se desea poner a la venta, es su valoración objetiva. En el mercado inmobiliario -en el que se ponen a la venta bienes con un alto valor económico y con gran heterogeneidad- este problema es mayor que en otros mercados.

Fundamentalmente, pueden distinguirse dos métodos de valoración, los métodos comparativos y los analíticos. El primero de los métodos se basa en comparar el inmueble a valorar con inmuebles con características similares. El segundo, trata de valorar el inmueble a través de criterios técnicos de construcción o de valoración del suelo.

Las causas que pueden motivar la aplicación de uno u otro método de valoración son las siguientes:

- Disponibilidad de información.
- Naturaleza del bien a valorar.
- Finalidad de la valoración.

Pueden distinguirse, a su vez, tres métodos de comparación: los métodos sintéticos, el método comparación de dos funciones de distribución (DFD) y el método econométrico o de regresión.

Caballer y Mellado (1998) clasifica los métodos sintéticos en métodos de comparación espacial, en los que se define una región alrededor del inmueble a valorar, y se analiza el precio de venta - o de mercado - actual de los inmuebles contenidos en dicha región con características similares; y el método de comparación temporal, en el que se analiza el precio que el bien a valorar ha tenido, en las distintas transacciones llevadas a cabo, a lo largo del tiempo.

Estos métodos requieren de gran cantidad de información de inmuebles a la venta en una zona concreta, y de un número elevado de transacciones previas de un mismo inmueble, en el de comparación temporal, lo que lo convierte en un método de difícil aplicación en muchas situaciones.

Por el contrario, el método de comparación de funciones de distribución, conocido como el método beta y desarrollado por Ballestero (1973) se basa en estimar el valor del inmueble a partir del valor tomado por una característica fuertemente relacionada con éste, que será la variable explicativa del valor, como puede ser el ancho de la fachada de un local comercial o la distancia al centro de la ciudad.

Las limitaciones fundamentales de este método son la suposición de que se puede estimar el valor de un inmueble con exactitud a partir de una característica concreta de éste, y, además, que, para construir correctamente la función de densidad de ambas variables, debemos disponer también de un elevado número de datos.

El método econométrico o de regresión, es el más completo, debido a la posibilidad de inclusión de numerosas variables explicativas de la valoración, pero no está exento de defectos y dificultades, como la especificación del modelo, la no linealidad de las relaciones o la posible existencia de heterocedasticidad, o de autocorrelación espacial y la presumible presencia de multicolinealidad, que algunos autores afrontan mediante la creación de índices.

Para la construcción del modelo, se hace necesario disponer de herramientas que permitan una valoración de los inmuebles en función de las características que los definen, que pueden clasificarse en dos categorías: las características estructurales del inmueble, y las relativas al entorno en el que se encuentra.

Son muchos los trabajos en los que se ha utilizado la metodología de los precios hedónicos para la estimación del precio de un inmueble. De acuerdo con esta técnica, si un bien puede ser definido a través de un conjunto de atributos, la valoración de éstos, a su vez, pueden servir para estimar el precio del inmueble. Esto puede llevarse a cabo mediante la utilización de modelos econométricos que permitan conocer el precio objetivo de un bien para unas condiciones dadas.

Los primeros trabajos de gran relevancia en este campo comenzaron con Griliches (1971) y Rosen (1974), que desarrollaron la metodología de los precios hedónicos, aportando los soportes necesarios para la aplicación de la teoría econométrica. No obstante, antes, en 1967 destaca la aportación de Ridker y Henning, quienes, según Núñez (2007), aplicaron por primera vez la metodología de los precios hedónicos al mercado inmobiliario. En este estudio, los autores, demostraron empíricamente que la polución afecta negativamente al precio de un inmueble.

En Rey (2014) se realiza una extensa revisión de los trabajos en el campo de la metodología de precios hedónicos aplicada al mercado inmobiliario desde 1980 hasta 2014. En ella, se clasifican los trabajos según los objetivos planteados: estimación del precio a partir de las características estructurales, de localización o de vecindario; también, para la obtención de índices de precios y funciones de demanda del precio.

La Tabla 1 muestra, cronológicamente, las aportaciones a la valoración inmobiliaria desarrolladas en España y que utilizan la metodología hedónica. Durante la primera década del siglo XXI, han sido numerosos los estudios al respecto. En cuanto a la zona geográfica de aplicación, destacan los trabajos vinculados a las ciudades de Madrid y Córdoba.

También es de destacar el trabajo de Núñez, Rey, and Caridad (2013) en el que se realiza una comparación de esta metodología con la de estimación de precios a través de redes neuronales para locales comerciales.

AUTOR	AÑO	ZONA GEOGRÁFICA
Peña y Ruiz-Castillo	1984	Madrid
Caridad y Brañas	1996	Córdoba
Ceular Villamandos	2000	Córdoba
Bilbao Terol	2000	Asturias
Bover y Velilla	2001	Madrid
Tránchez Martín	2001	Madrid (C.A.)
Gómez Gómez	2002	Madrid
Aguiló Segura	2002	Islas Baleares
Bengochea Morancho	2003	Castellón
Fuentes Jiménez	2004	Melilla
Raya Vílchez	2005	Madrid (C.A.)
García Pozo	2005	Málaga
Núñez Tabales	2007	Córdoba
Chica Olmo et al	2007	Granada
Beamonte	2008	Zaragoza
Fitch y García Almirall	2008	Barcelona
Marmolejo	2008	Barcelona
Humarán et al	2008	Cataluña
Muñoz Fernández	2012	Córdoba
Gila Novás	2012	En todo el país
Chasco y Le Gallo	2013	Madrid
Rey	2014	Córdoba

Tabla 1. Aportaciones a la valoración de inmuebles urbanos mediante MPH en España.

(Fuente: Rey, 2014 y elaboración propia)

Todos los trabajos recogidos en la Tabla 1, a excepción del de Humarán, Marmolejo y Ruíz (2008) y Rey (2014), se refieren a valoración de vivienda. La estimación del precio a partir de las características estructurales constituye el objetivo de todos ellos. Se efectúan, además, valoraciones del impacto que sobre el precio tienen determinados factores externos como la contaminación acústica (Gómez, 2002; Marmolejo, 2008 y Chasco y le Gallo, 2013), la presencia de zonas verdes (Bengochea, 2003) y la calidad ambiental (Fitch y García, 2008 y Chasco y le Gallo, 2013).

### 3. Marco geográfico

La provincia de Sevilla está situada en el suroeste de la península ibérica, en la comunidad autónoma de Andalucía. Tiene una extensión de algo más 14.000 kilómetros cuadrados, y está dividida en 105 municipios. Tiene una población cercana a los 2 millones de habitantes, de los que tres cuartas partes, residen en la denominada *Aglomeración urbana de Sevilla*, que reúne los municipios de Albaida del Aljarafe, Alcalá de Guadaíra, Alcalá del Río, La Algaba, Almensilla, Aznalcázar, Aznalcóllar, Benacazón, Bollullos de la Mitación, Bormujos, Brenes, Camas, Carmona, Carrión de los Céspedes, Castilleja de Guzmán, Castilleja de la Cuesta, Castilleja del Campo, Coria del Río, Dos Hermanas, Espartinas, Gelves, Gerena, Gines, Guillena, Huévar del Aljarafe, Isla Mayor, Mairena del Alcor, Mairena del Aljarafe, Olivares, Los Palacios y Villafranca, Palomares del Río, Pilas, La Puebla del Río, La Rinconada, Salteras, San Juan de Aznalfarache, Sanlúcar La Mayor, Santiponce, Sevilla, Tomares, Umbrete, Utrera, Valencina de la Concepción, Villamanrique de la Condesa, Villanueva del Ariscal y El Viso del Alcor; y que fue aprobado por Decreto 267/2009, de 9 de Junio (BOJA núm. 132, de 9 de julio de 2009).

La Ilustración 1, muestra el mapa geográfico de la Aglomeración urbana de Sevilla, en la que se indican los principales municipios que la componen. Sobre sombreado gris se indica el núcleo urbano perteneciente al municipio de Sevilla.



Ilustración 1. Mapa geográfico de la aglomeración de Sevilla. (Fuente: Sevilla.org)

Según los datos del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA), a 1 de enero de 2015, el número de establecimientos en la provincia de Sevilla era de 128.389, mientras que en 2007 este número se situaba en 130.439, lo que supone un descenso de más de un 1,5 %.

Según un informe de este mismo año, publicado por Inerzia, el precio de las naves industriales del área metropolitana de Sevilla ha sufrido un descenso del 69,1 % desde el año 2007, pasando de un precio medio máximo de 1.046 € por metro a los 506 € del año 2015.

En los municipios colindantes, el precio medio obtenido en este informe se sitúa por debajo del calculado en la zona urbana, salvo en la zona Oeste, donde se sitúa el polígono Manchón antes comentado. Esta zona es la que ha sufrido, además, un mayor descenso en los precios desde el año 2014, rozando el 10 %. La zona norte, que recoge municipios como Camas, La Algaba y La Rinconada, es la zona con un precio medio más bajo, unos 414 €.

En cuanto a la disponibilidad de locales comerciales de la zona urbana, durante el año 2015, ésta fue superior en la zona Este, alcanzando el 13,1 % del total de locales, mientras que la zona con menor disponibilidad, como era de esperar, es la zona Centro con una tasa de disponibilidad del 5,3 %.

#### 4. Metodología

Para la consecución de este estudio, se ha analizado las principales características de los locales comerciales y las naves industriales, a la venta, en la ciudad de Sevilla y los municipios colindantes en lo que se denomina, como se ha mencionado anteriormente, la aglomeración urbana de Sevilla.

##### 4.1. Los datos

La información utilizada en este trabajo corresponde a la oferta de locales comerciales y naves industriales a la venta el día 30 de octubre de 2016, en la ciudad de Sevilla y los municipios colindantes que se encuentran, a lo sumo, a una distancia de 15 kilómetros del centro.

La muestra está formada por un total de 1916 registros, que es el total de inmuebles a la venta en el portal web referencia en el sector inmobiliario español -Idealista.com-, en la fecha indicada. Se trata del portal web inmobiliario más importante a nivel nacional, debido a la extensa oferta de que dispone, tanto a la venta como en alquiler.

El sistema de adquisición de datos llevado a cabo por esta empresa es eficaz y fiable, con numerosos controles sobre los anuncios registrados en el portal, de manera que se eviten duplicidades y anuncios falsos o con datos desvirtuados, que incluyen el contacto directo con el

anunciante, y otros mecanismos analizados por los autores que, por motivos de confidencialidad no pueden desarrollarse en este trabajo. Esto les permite ser, además del principal portal inmobiliario, empresa tasadora de grandes carteras de inmuebles.

La oferta de inmuebles publicados en el portal idealista.com, proviene de inmobiliarias, bancos e incluso particulares. La muestra está compuesta por un total de 1236 locales comerciales y naves industriales en la ciudad de Sevilla, y 680 en los municipios colindantes -de los que el 44% se concentra en Dos Hermanas, Mairena del Aljarafe y Alcalá de Guadaíra-.

De todos ellos, 1506 (78,6%) son locales comerciales, de los cuales, 1056 están situados en la ciudad de Sevilla y el resto, 450, están situados en los municipios del extrarradio. Respecto a las naves industriales, con 410, representan el 21,4% de la oferta total de inmuebles analizados, de los que 180 están situados en la ciudad de Sevilla, y 230 en los municipios del extrarradio -un 56,09% del total de naves industriales-. Esto es indicativo de la presencia de una gran actividad industrial en los municipios cercanos a la ciudad de Sevilla debido a un menor precio del suelo en el extrarradio, que unido al elevado espacio que se necesita para llevar a cabo esta actividad, y a la cercanía al principal núcleo de población, hacen de éste, un enclave privilegiado.

#### 4.2. Las variables

Para cada uno de los inmuebles disponibles, se ha recogido información relativa a variables de tipo interno y de tipo externo. Dentro de estas últimas, se han utilizado variables relativas a la localización de la nave o el local comercial, sobre la calle y sobre su distribución geográfica.

VARIABLES INTERNAS	VARIABLES EXTERNAS
Precio de venta	Barrio
Tamaño en metros cuadrados	Distrito
Número de baños	Municipio
Tipo de inmueble (local o nave)	Localización (calle, entreplanta o centro comercial)
Disponibilidad de aire acondicionado (Sí / No)	Posición en esquina (Sí / No)
Disponibilidad de salida de humos (Sí / No)	Planta <sup>1</sup> (Sótano, bajo, entreplanta, 1 y 2)
	Distancia al centro de la ciudad de Sevilla

Tabla 2. Variables analizadas. (Fuente: Elaboración propia)

Las variables internas analizadas son: precio de venta, tamaño, número de baños, tipo de inmueble y disponibilidad de aire acondicionado y de salida de humos. Por otro lado, las variables externas son barrio, distrito, municipio, localización, posición en esquina y planta.

En la Tabla 2 se recogen las características disponibles en la base de datos de referencia, para los inmuebles de la muestra descrita.

Respecto a la variable “distrito” se ha considerado la división efectuada en el portal fuente de los datos (Ilustración 1), por lo que los distritos recogidos han sido: Bellavista – Jardines de Hércules, Centro, Cerro Amate, La Palmera – Los Bermejales, Los Remedios, Macarena, Nervión, Parque Alcosa, Pino Montano, Prado de San Sebastián – Felipe II, San Jerónimo, San Pablo, Santa Clara, Santa Justa – Miraflores – Cruz Roja, Sevilla Este, Torreblanca y Triana. Algunos de los 11 distritos de la ciudad de Sevilla han sido divididos por su extensión como es el caso del distrito Norte.

<sup>1</sup> Debido a la escasa disponibilidad de datos en alguna categoría se ha transformado la variable en dicotómica con los valores planta baja y otra.

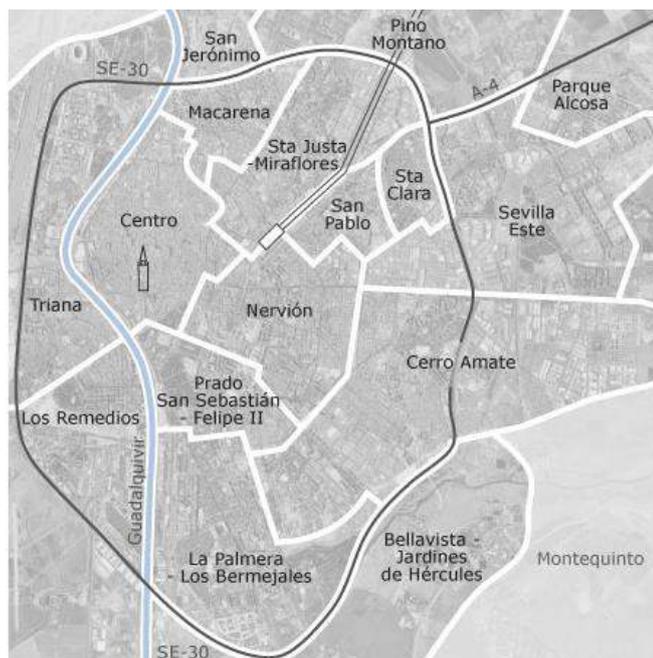


Ilustración 2. Distritos de la ciudad de Sevilla. (Fuente: idealista.com)

Además de las variables indicadas anteriormente, se dispone de información relativa al número de fotografías del anuncio, característica determinante para el conocimiento del inmueble por parte del potencial comprador y que por tanto puede influir en su decisión de compra.

#### 4.3. Análisis descriptivo

En la ciudad de Sevilla, se han encontrado locales comerciales para los que su precio oscila entre los 6.900 € de un local comercial en Torreblanca de 12 metros cuadrados y los 6.500.000€ de un edificio comercial de 4 plantas situado en una de las calles más comerciales de la ciudad. No obstante, el 95% de los inmuebles analizados tienen un precio inferior a los 750.000€, y el precio medio se sitúa en 267.331,26€.

Por tamaño, el local más pequeño está situado en el distrito de Pino Montano, y tiene una extensión de 11 metros cuadrados. El de mayor tamaño, 3030 metros cuadrados está situado en Sevilla Este y es un antiguo concesionario de coches. El tamaño medio de los locales comerciales de la ciudad de Sevilla se sitúa en 168 metros cuadrados.

Si observamos el precio por metro cuadrado, el más bajo es de tan sólo 97,15€ por metro cuadrado correspondiente a un local subterráneo de 772 metros cuadrados, que realmente es un garaje, situado en Cerro Amate. El más caro, con un precio de 11.818,18€ por metro cuadrado, se corresponde con el local comercial más caro de la ciudad, antes comentado. 1657,67€ es el precio medio por metro cuadrado para la ciudad de Sevilla.

Al analizar las naves industriales de la ciudad, como cabe esperar, el tamaño y el precio medio -con 873,32 metros cuadrados y 473.255,60€ respectivamente- son significativamente superiores a los de los locales comerciales. No obstante, el precio medio por metro cuadrado es claramente inferior al de los locales comerciales, con un valor de 637,52€.

En las naves industriales también se hallan diferencias significativas en el precio y el precio unitario medio en función del distrito. Hay grandes diferencias en los precios totales medios, mientras que en San Jerónimo es de 118.802,38€, en Sevilla Este el valor se sitúa en 1.133.692,31€. Sin embargo, es en Torreblanca donde el precio por metro cuadrado es significativamente inferior con 520,35€, mientras que en Prado de San Sebastián – Felipe II es casi el doble, 978,87€.

En los municipios colindantes, el local de menor precio encontrado, está situado en el casco histórico de Mairena del Aljarafe de 65 metros cuadrados, con un precio de venta de 6.000 €. El de mayor precio se encuentra en Tomares, y es un local comercial de más de 1.000 metros cuadrados y un precio de venta de 2.242.664€. El 95% de los locales comerciales y las naves de esta zona tienen un precio por debajo de los 430.000€ y el precio medio es de 146.247,84€ -muy por debajo del precio medio de la ciudad de Sevilla-

El tamaño de los locales de estos municipios oscila entre los 20 de un local de alimentación en San José de la Rinconada, y los 2.683 de un local en Olivares. No obstante, el tamaño medio es de 174,29 metros cuadrados, ligeramente superior al calculado para la capital de la provincia.

El precio medio por metro cuadrado de los locales de los municipios próximos es un 40% inferior al precio de Sevilla, y se sitúa en 986,98 €. El precio más bajo se corresponde con el local de Mairena del Aljarafe antes comentado, y el más elevado pertenece a un pequeño local de la zona comercial de San Juan de Aznalfarache, con un precio de 3.214,29€ por metro cuadrado.

En la Tabla 3, se muestra el precio medio total y por metro cuadrado, el tamaño medio, así como el intervalo de confianza para el precio medio de los locales comerciales de los distintos distritos de la ciudad de Sevilla. Se han omitido los resultados correspondientes al distrito de Santa Clara por la escasa oferta.

	Tamaño muestral	Precio Medio	Ext. inf. IC Precio Medio 90 %	Ext. sup. IC Precio Medio 90 %	Tamaño Medio	Precio medio por metro cuadrado
Bellavista - Jardines de Hércules	36	166.531,39 €	110.488,80 €	222.573,97 €	118,83	1.242,39 €
Centro	169	518.329,31 €	397.137,93 €	639.520,68 €	205,69	2.485,28 €
Cerro Amate	105	159.568,82 €	131.090,71 €	188.046,93 €	172,74	1.069,91 €
La Palmera - Los Bermejales	28	236.360,71 €	169.600,23 €	303.121,20 €	141,64	1.780,35 €
Los Remedios	62	391.832,94 €	263.426,26 €	520.239,61 €	235,16	1.911,11 €
Macarena	69	185.925,72 €	149.650,05 €	222.201,40 €	120,33	1.561,68 €
Nervión	181	249.747,85 €	215.562,56 €	283.933,13 €	163,75	1.613,22 €
Parque Alcosa	11	128.537,64 €	82.717,27 €	174.358,00 €	106,27	1.228,33 €
Pino Montano	22	117.121,91 €	86.160,25 €	148.083,56 €	103,45	1.349,50 €
Prado de San Sebastián - Felipe II	33	259.553,33 €	162.724,62 €	356.382,05 €	182,70	1.589,31 €
San Jerónimo	32	155.223,88 €	55.203,00 €	255.244,75 €	159,41	1.237,87 €
San Pablo	12	118.829,58 €	67.335,23 €	170.323,94 €	79,58	1.713,75 €
Santa Justa - Miraflores - Cruz Roja	83	189.252,82 €	144.488,34 €	234.017,29 €	129,24	1.620,61 €
Sevilla este	94	229.555,47 €	122.833,37 €	336.277,57 €	179,90	1.489,83 €
Torreblanca	11	143.788,09 €	68.460,90 €	219.115,28 €	204,82	1.046,39 €
Triana	106	231.723,44 €	195.473,04 €	267.973,85 €	120,43	1505,87 €

Tabla 3. Precio y tamaño de los locales comerciales de la ciudad de Sevilla. (Fuente: Elaboración propia)

Respecto a las características de los inmuebles comerciales de la ciudad de Sevilla, podemos destacar que el 36,7% de las naves industriales y el 27% de los locales, no dispone de aseos y un 32,2% de las naves y casi un 46% de los locales dispone de tan sólo uno, por lo que, en contra de lo que cabía esperar, el porcentaje de locales con un número deficiente de aseos es superior que el de naves industriales.

Sólo el 36% de los locales comerciales y el 25% de las naves industriales a la venta de la ciudad de Sevilla disponen de aire acondicionado, en un lugar donde la climatología hace de éste un elemento indispensable.

Menos de un 1% de la oferta de locales comerciales se encuentra en el interior de un centro comercial y sólo el 13% están situados haciendo esquina entre dos calles. Un porcentaje algo mayor, el 16%, dispone de salida de humos.

El análisis de los locales comerciales del extrarradio, en función del municipio en el que estos se encuentran, arroja que San Juan de Aznalfarache es el municipio en el que el precio medio es menor -con algo menos de 100.000€ de media-, mientras que en Tomares se encuentra el precio medio más elevado (248.380,63€). El bajo precio de los locales de San Juan de Aznalfarache se explica por el reducido tamaño de los locales de este municipio, mientras que el elevado precio medio en Tomares se justifica por ser uno de los términos en los que el tamaño medio de los inmuebles es el más elevado y también por un elevado precio del suelo en el municipio con mayor renta per cápita de Andalucía.

	Tamaño muestral	Precio Medio	Ext. inf. IC Precio Medio 90 %	Ext. sup. IC Precio Medio 90 %	Tamaño medio	Precio medio por metro cuadrado
Bollullos de la Mitacion	14	146.386,29 €	7.072,35 €	285.700,22 €	205,36	793,96 €
Bormujos	28	128.040,18 €	82.988,91 €	173.091,44 €	161,46	828,34 €
Camas	24	160.686,13 €	76.149,80 €	245.222,45 €	218,33	1.010,58 €
Castilleja de la Cuesta	22	177.465,27 €	128.788,58 €	239.064,42 €	199,09	1.022,51 €
Coria del Río	14	141.999,43 €	95.967,69 €	188.031,17 €	175,07	901,09 €
Dos Hermanas	94	150.344,81 €	114.588,97 €	186.100,65 €	171,62	995,56 €
Gelves	15	106.537,27 €	72.007,26 €	141.067,28 €	169,87	648,54 €
Gines	23	105.134,83 €	68.132,60 €	142.137,05 €	155,74	903,03 €
Mairena del Aljarafe	84	140.158,36 €	104.901,53 €	175.415,19 €	165,80	919,55 €
Montequinto	15	120.352,13 €	58.220,00 €	182.483,96 €	67,80	1.762,99 €
San Jose de la Rinconada	21	131.691,24 €	55.345,12 €	208.037,36 €	162,05	845,91 €
San Juan de Aznalfarache	24	97.273,88 €	49.326,85 €	145.220,90 €	92,88	1.365,80 €
Tomares	27	248.380,63 €	79.880,92 €	416.880,34 €	193,11	1.215,03 €

Tabla 4. Precio y tamaño de los inmuebles comerciales de los municipios próximos a Sevilla.  
(Fuente: Elaboración propia)

No obstante, el precio por metro cuadrado más elevado y el tamaño medio más bajo se encuentran en Montequinto, con un valor medio de 1.762,99€ y 67,80 metros cuadrados respectivamente. El precio medio por metro cuadrado más bajo -con algo menos de 650€- se sitúa en Gelves.

En las naves industriales se aprecian diferencias significativas en el tamaño y el precio por metro cuadrado en los distintos municipios, de forma que el tamaño medio más bajo se encuentra en Ginés -con 347,64 metros cuadrados-, cinco veces más pequeño que el encontrado en Dos Hermanas -1.834,63 metros cuadrados-. El precio por metro cuadrado de las naves de Mairena del Aljarafe (con casi 700€) es muy superior al resto de los municipios analizados -que se sitúan entre los 411 € y los 500€-.

La Tabla 4 recoge la información relativa a precios y tamaños medios de los municipios cercanos a la ciudad de Sevilla, en los que la oferta es suficientemente grande para obtener unos resultados significativos.

El 77,8% de las naves industriales y el 81,5% de los locales comerciales de los municipios del extrarradio dispone de un baño o menos. El dato relativo al número de inmuebles con aire acondicionado es incluso peor en el extrarradio, dado que sólo el 22% de las naves y el 26,5% de los locales disponen de éste.

Sin embargo, el porcentaje de locales situados en el interior de un centro comercial se eleva hasta el 4%, debido a la dispersión de éstos en las zonas periféricas de la ciudad.

En términos generales, se puede afirmar, también, que existen diferencias significativas en el precio medio por metro cuadrado de un local comercial según si el inmueble posee o no aire acondicionado, teniendo un mayor precio si dispone de éste. También es significativo el aumento en el precio de los locales situados en la calle respecto a los que están situados en centros comerciales o en entreplanta, de los que tienen salida de humos respecto a los que no, y de los que están situados en la intersección de dos calles frente a los que no. Estas características no son importantes, sin embargo, en el precio de las naves industriales.

Como se ha mencionado anteriormente, los datos pertenecen a una amplia muestra de la población de inmuebles a la venta, online, de tipo comercial e industrial. Es por ello que, aun sin ser una característica propia del inmueble, el número de fotografías del anuncio en el portal es una información relevante debido a que éste puede ser una variable a considerar en el tiempo hasta la venta del mismo.

Por tanto, al observar el anuncio del inmueble en el portal y considerar los recursos utilizados para fomentar la venta, se observa que, aunque hay anuncios que tienen hasta 40 fotografías, hay un 9% que no dispone de fotografías y más de la mitad disponen de 5 fotografías o menos. Además, un número muy reducido de ofertas, disponen de video. Es interesante destacar que el número de fotografías de los anuncios de locales comerciales de la ciudad de Sevilla es significativamente superior al de los locales del extrarradio.

Por último, y gracias a la disponibilidad de las coordenadas geográficas de estos inmuebles, en la Ilustración 3 se muestra la posición de los locales comerciales analizados, sobre una imagen satélite, así como la información relativa al precio por metro cuadrado de éstos a través de la escala de colores que se puede consultar en la parte derecha de la imagen. Cada punto representado en el mapa muestra la ubicación de un local comercial, de forma que, con un degradado de color, de amarillo a rojo, se indican los inmuebles de menor a mayor precio por metro cuadrado. Se han eliminado los inmuebles con precio por metro cuadrado superior a 4.000 € por representar datos extremos.

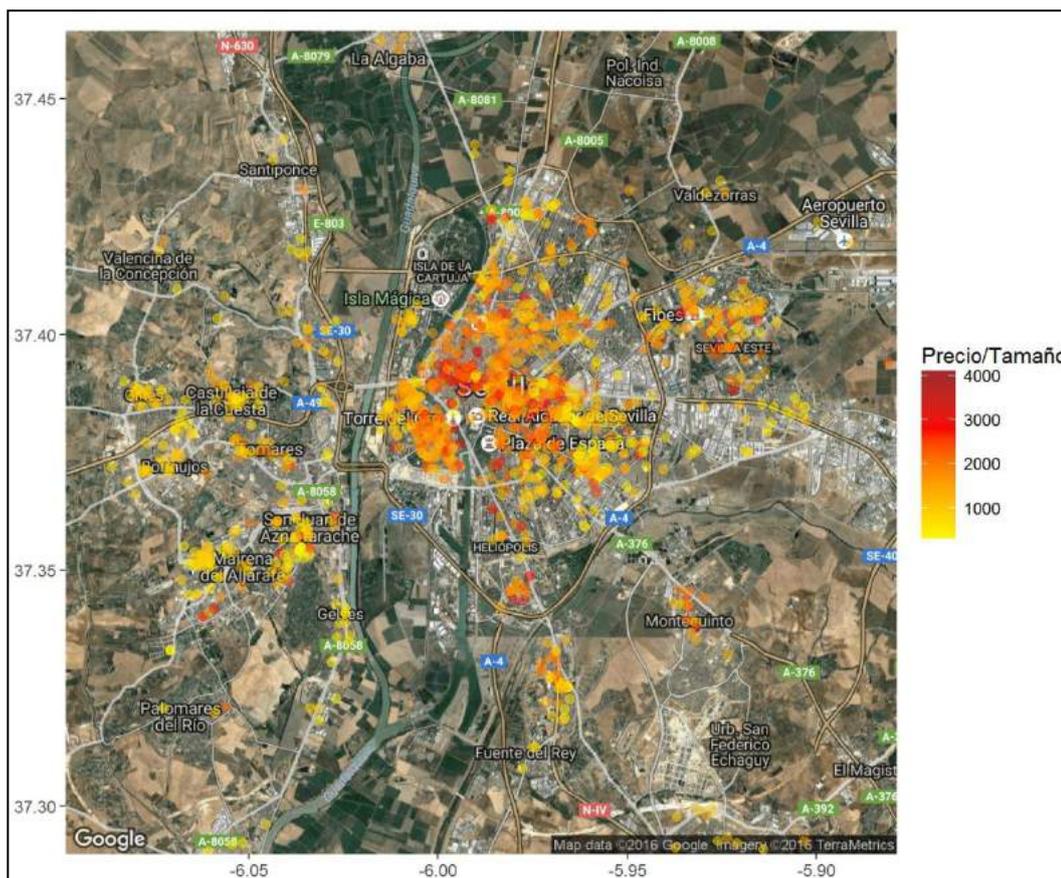


Ilustración 3. Mapa de Sevilla, España. Precio por metro cuadrado de los locales comerciales. (Fuente:Kahle y Wickham (2013). Consultado el 27 de noviembre de 2016)

Como puede observarse, los locales comerciales con mayor precio están situados principalmente en el municipio de Sevilla, y más concretamente en los distritos centro, La Palmera – Bellavista, Los Remedios, Nervión y Sevilla Este. En los municipios de alrededor, puede destacarse Montequinto y, en menor medida, Tomares.

#### 4.4. Construcción del modelo

Con la información disponible de locales comerciales y naves industriales, se han estimado dos modelos de regresión para la estimación del precio a través de la metodología de precios hedónicos. El primero de ellos, para las naves industriales situadas en los municipios colindantes de la capital de Sevilla y, un segundo modelo, para los locales comerciales ubicados en la propia capital.

En el modelo para la estimación del precio de los locales comerciales del municipio de Sevilla, se ha utilizado una transformación logarítmica del precio, que ha dado mejores resultados y que se justifica a través de la mayor tasa de crecimiento de éste en función del tamaño del inmueble y de otras características como la localización.

Debido a la escasa presencia de trabajos en los que se utiliza la metodología de precios hedónicos para la estimación de precios de locales comerciales y naves industriales, se optó por la realización de un análisis previo de la influencia que cada una de las variables consideradas tiene sobre el precio.

En primer lugar, se analizó la existencia de relación lineal entre cada una de las variables explicativas – tamaño, distancia al centro del municipio y número de baños – y el precio del inmueble. Para ello se realizaron los correspondientes contrastes sobre la nulidad del coeficiente de correlación lineal de Pearson.

La influencia que las distintas modalidades de las variables cualitativas tienen sobre el precio fue objeto del siguiente análisis. Para ello, se realizaron pruebas t de comparación de medias para las de tipo dicotómico, y contrastes de análisis de la varianza para aquellas con más de dos categorías. Primero, se estudió si el tipo de inmueble – local o nave – influye -como parece evidente por sus características diferenciadoras- en el precio. Una vez confirmada esta relación, las variables estudiadas para ambos tipos de inmuebles fueron planta, esquina, localización, salida de humos y aire acondicionado.

Por último, se justificó la necesidad de incluir las características de la zona en la que el inmueble está situada, en la construcción del modelo de precios hedónicos. En el caso de los locales comerciales de la ciudad de Sevilla se optó por comprobar la existencia de diferencias significativas entre los distintos distritos y en el caso de las naves industriales no situadas en la ciudad de Sevilla, el municipio en el que está situada.

Una vez analizada la influencia que cada variable considerada tiene sobre el precio del inmueble se procedió a la construcción de distintas alternativas, en las que las variables cuantitativas se consideraron directamente o mediante transformaciones logarítmicas, asumiendo, en estos casos, elasticidades constantes.

La forma funcional lineal con estas transformaciones fue la que mostró mejores resultados.

Para incluir cualquier variable cualitativa con  $p$  modalidades  $m_1, m_2, \dots, m_p$  como explicativa del modelo, generamos, para cada una de las modalidades, una variable dicotómica, también llamadas variables ficticias, indicadoras de la modalidad o *dummies*.

Estas variables se definen de la siguiente forma:

$$D_i = \begin{cases} 1 & \text{si la variable toma la modalidad } m_i \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases} \quad \text{con } i = 1, \dots, p$$

De forma que cualquier individuo de la muestra toma el valor 1 en una de las variables creadas y 0 en el resto.

Una vez creadas las variables *dummies*, éstas son incluidas en el modelo como una variable más teniendo en cuenta que a través del modelo podremos analizar la influencia que sobre la variable dependiente tiene que el individuo verifique esa modalidad concreta.

El coeficiente de determinación corregido fue el estadístico utilizado para comparar los distintos modelos analizados, y las pruebas t sobre los coeficientes, las utilizadas para determinar la relevancia que cada variable explicativa tenía en el modelo.

Tras la construcción de los modelos, se ha contrastado la verificación de las hipótesis *a priori* para la aplicación del método de mínimos cuadrados, analizando la existencia de multicolinealidad mediante el cálculo de los índices VIF – *variance inflation factor* –.

El modelo estimado para los locales comerciales de la ciudad de Sevilla fue:

$$\ln(\widehat{\text{Precio}}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{Tamaño}) + \beta_2 \ln(\text{Distancia}) + \beta_3 \text{PlantaBaja} + \beta_4 \text{AireAcond} \\ + \beta_5 \text{LocalizaciónMezzan} + \beta_6 \text{Centro} + \beta_7 \text{CerroAmate} + \beta_8 \text{Triana} \\ + \beta_9 \text{SevillaEste} + \beta_{10} \text{LaPalmera} + \beta_{11} \text{SantaJusta}$$

Y para las naves industriales del resto de municipios de la aglomeración urbana:

$$\widehat{\text{Precio}} = \beta_0 + \beta_1 \text{Tamaño} + \beta_2 \text{Distancia} + \beta_3 \text{DosHermanas} + \beta_4 \text{Mairena}$$

## 5. Resultados

En esta sección se detallan los resultados obtenidos en el estudio de la asociación existente entre cada variable considerada como posible variable explicativa del precio de los locales comerciales de la ciudad de Sevilla y las naves industriales a la venta, situados en el resto de

municipios de la aglomeración urbana; y se muestran los modelos de estimación de precios obtenidos con las variables finalmente consideradas.

Un análisis preliminar de la existencia de relación lineal entre el precio y las variables exógenas de carácter cuantitativo – distancia al centro, tamaño y número de baños – reveló los resultados que se muestran en la Tabla 5.

		Precio vs Tamaño	Precio vs n.º de baños	Precio vs distancia	Tamaño vs n.º de baños	Tamaño vs distancia	N.º de baños vs distancia
Locales comerciales Sevilla	R	<b>0,703</b>	<b>0,088</b>	<b>-0,182</b>	<b>0,107</b>	<b>-0,078</b>	-0,057
	Prob. Límite	< 0,0001	0,0042	<0,0001	0,0005	0,011	0,066
Naves industriales extrarradio	R	<b>0,885</b>	0,075	0,134	0,046	<b>0,233</b>	0,016
	Prob. Límite	< 0,0001	0,259	0,043	0,491	< 0,0001	0,814

Tabla 5. Relaciones entre variables cuantitativas. (Fuente: Elaboración propia)

Como puede observarse, en el caso de los locales comerciales de la ciudad de Sevilla, todas las relaciones son significativas, salvo la existente entre el número de baños y la distancia al centro del municipio, cuyo resultado no es concluyente. Cuando estas relaciones las medimos con la transformada logarítmica del precio la significatividad de las relaciones se mantiene. La posible existencia de multicolinealidad entre tamaño, número de baños y distancia al centro debe considerarse en la validación del modelo, aunque los coeficientes de correlación son reducidos.

Sin embargo, en el caso de las naves industriales del extrarradio, podemos afirmar que sólo el tamaño tiene una relación significativa con el precio. El resultado respecto a la distancia no es concluyente, aunque podemos afirmar la existencia de relación lineal entre ambas variables, con un nivel de significación del 5%.

Por otro lado, se ha analizado la influencia que las diferentes modalidades de las variables cualitativas tienen sobre el precio del inmueble, mediante contrastes de comparación del valor medio del precio mediante pruebas t y ANOVA según el número de modalidades.

Como se ha comentado anteriormente, el precio medio del inmueble difiere entre locales y naves industriales. Un contraste de comparación de medias confirma que estas diferencias son significativas con una probabilidad límite inferior a 0,0001.

Veamos los resultados obtenidos para el resto de variables cualitativas (Tabla 6).

Influencia sobre el precio		Aire acond.	Salida humos	Localización <sup>2</sup>	Esquina	Planta
Locales comerciales Sevilla	t / F	1,974	-0,672	-0,162	1,121	8,879
	Prob. Límite	<b>0,049</b>	0,502	0,871	0,263	<b>&lt; 0,0001</b>
Naves industriales extrarradio	t / F	0,203	0,048	-	-0,815	0,547
	Prob. Límite	0,840	0,962	-	0,418	0,651

Tabla 6. Influencia de las distintas características en el precio de locales comerciales y naves industriales. (Fuente: Elaboración propia)

<sup>2</sup> No se ha podido analizar la asociación entre localización y precio debido a que todas las naves industriales están situadas a pie de calle.

El precio medio de los locales comerciales difiere significativamente en función de la planta en la que se sitúe. La presencia de aire acondicionado se revela también significativo para niveles de significación mayores o iguales al 5%. Aunque la localización no es relevante, al realizar este estudio con la transformación logarítmica del precio, sí ha resultado influyente. En el caso de las naves industriales, ninguna de estas variables influye significativamente en el precio.

Por último, se ha realizado análisis por distritos de los inmuebles de la ciudad de Sevilla, que revela que Nervión y Centro son los que aportan un mayor número de locales a la muestra, y Cerro Amate el que más naves industriales contiene. Un contraste de análisis de la varianza, ha confirmado que, si bien, no existen diferencias significativas en el tamaño medio de los locales comerciales de los distintos distritos, sí se observan en el precio total y el precio por metro cuadrado. En el primero de ellos, a través del test de Duncan, observamos, que en el distrito Centro, el precio medio es superior al del resto. Respecto al precio por metro cuadrado, los distritos en los que éste es más económico, son Torreblanca y Cerro Amate; y los de precio más elevado son, nuevamente Centro, Los Remedios y Santa Clara.

También se han observado diferencias significativas al comparar el precio por metro cuadrado de las naves industriales en función de los distintos municipios próximos a Sevilla y contenidos en la aglomeración urbana, aunque no en el precio total ni en el tamaño de éstas. Se aprecian diferencias significativas en el tamaño y el precio por metro cuadrado en los distintos municipios

De todo ello, se deduce la necesidad de incluir el distrito al que pertenece un inmueble en el modelo de estimación de su precio. Los resultados de ambos estudios se muestran en la Tabla 7.

	Locales comerciales vs. distritos		Naves industriales vs. municipios	
	F	Sig.	F	Sig.
Tamaño	1,452	,110	1,459	,088
Precio	5,943	,000	,943	,541
Precio_por_m 2	12,342	,000	6,747	,000

Tabla 7. Comparación de precio, tamaño y precio por metro cuadrado en función del municipio y el distrito. (Fuente: Elaboración propia)

Tras este análisis, puede concluirse que, en el caso de los locales comerciales, las variables explicativas que pueden explicar el precio del inmueble son: tamaño, número de baños, distancia, aire acondicionado, planta y distrito.

Por otro lado, las variables a considerar en la estimación del precio de las naves industriales son tamaño, distancia y municipio, que, aunque no es relevante en el precio, sí lo es en el precio unitario. Se han considerado los municipios de Alcalá de Guadaira, Bollullos de la Mitación, Camas, Dos Hermanas, Mairena y otros – en los que se han agrupado los restantes inmuebles - debido a la escasa disponibilidad de datos en algunos de los municipios.

Veamos, ahora, los modelos construidos a partir de la muestra de 1056 locales comerciales a la venta en la ciudad de Sevilla y 230 naves industriales del resto de municipios de la aglomeración.

El mejor modelo estimado para las naves industriales, tras eliminar los valores atípicos, contiene como variables explicativas el tamaño de la nave comercial, en metros cuadrados, la distancia al centro de la ciudad y la pertenencia al municipio de Dos Hermanas o a Mairena del Aljarafe – la variable toma el valor 1 si pertenece y 0 si pertenece a otro municipio- y es el siguiente:

$$\widehat{\text{Precio}} = 85248,09 + 381,31\text{Tamaño} - 5,96\text{Distancia} + 58965,98\text{DosHermanas} + 182592,57\text{Mairena}$$

Los resultados de esta estimación pueden consultarse en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Estadísticas de colinealidad	
	B	Error estándar	Beta			Tolerancia	VIF
1 (Constante)	85248,092	40829,033		2,088	,038		
Tamaño	381,313	10,559	,930	36,113	,000	,935	1,069
Distancia	-5,959	4,132	-,042	-1,442	,151	,720	1,390
DosHermanas	58965,977	40518,947	,038	1,455	,147	,932	1,073
Mairena	182592,570	50903,513	,101	3,587	,000	,785	1,274

Tabla 8. Estimación del modelo de estimación de precio de locales comerciales de Sevilla

De este resultado podemos afirmar que a partir de un precio base de 8524€, el precio del inmueble aumenta a razón de 381 € por metro cuadrado que aumente su tamaño, y disminuye a razón de 6 € por cada metro que se distancie del centro de la ciudad. Además, si éste se encuentra situado en el municipio de Dos Hermanas, su precio aumenta en 58966€, mientras que si está en Mairena del Aljarafe aumenta en 182592,57€.

El coeficiente de determinación es de 0,863, por lo que el modelo explica más de un 86% de la variabilidad en el precio de una nave industrial de los municipios cercanos a la ciudad de Sevilla. Los VIF nos indican que no existe un problema grave de multicolinealidad entre las variables explicativas.

Utilizando este modelo, una nave industrial situada en Dos Hermanas, con un tamaño de 500 metros cuadrados y a una distancia de 9000 metros del centro, se estima que tendrá un precio de 319869,07€. En estas mismas condiciones, para una nave situada en Mairena del Aljarafe, se incrementa hasta un precio estimado de 443494,52€. En otro municipio, este local tendría un valor estimado de 182597,57€.

Esta gran diferencia de precio entre una nave industrial situada en Mairena del Aljarafe y en Dos Hermanas del resto se justifica al observar que el precio medio de estos inmuebles, son significativamente superiores a los de otros municipios.

Para la estimación del precio de un local comercial de la ciudad de Sevilla, debido al diferente comportamiento entre el precio y el tamaño del inmueble se ha optado por la inclusión de transformaciones logarítmicas en el modelo. En éste, se ha utilizado el tamaño, la distancia al centro de la ciudad, la disponibilidad de aire acondicionado, la localización (a pie de calle, entreplanta...), la planta - agrupando en planta baja u otra - y el distrito en el que se encuentra, en los que se o relevantes: centro, Cerro Amate, Triana, Sevilla Este, La Palmera y Santa Justa. El modelo estimado se muestra a continuación:

$$\ln(\widehat{Precio}) = 10,842 + 0,913\ln(Tamaño) - 0,392\ln(Distancia) + 0,089PlantaBaja + 0,109AireAcond - 0,534LocalizaciónMezzan + 0,339Centro - 0,273CerroAmate - 0,336Triana + 0,217SevillaEste - 0,164LaPalmera + 0,101SantaJusta$$

Los resultados se muestran en la Tabla :

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Estadísticas de colinealidad	
	B	Error estándar	Beta			Tolerancia	VIF
1 (Constante)	10,842	,472		22,992	,000		
LDistancia	-,392	,053	-,191	-7,394	,000	,391	2,558
Plantabaja	,089	,042	,036	2,135	,033	,921	1,085
LocalizaciónMezzan	-,534	,163	-,054	-3,269	,001	,967	1,034
LTamaño	,913	,019	,781	47,534	,000	,968	1,033
AireAcon	,109	,034	,054	3,255	,001	,935	1,069
Centro	,339	,049	,129	6,959	,000	,757	1,321
CerroAmate	-,273	,056	-,085	-4,841	,000	,848	1,179
LaPalmera	,164	,099	,027	1,659	,097	,962	1,040
SantaJusta	,101	,060	,028	1,679	,093	,915	1,093
SevillaEste	,217	,066	,064	3,308	,001	,693	1,444
Triana	-,336	,072	-,105	-4,685	,000	,520	1,924

Tabla 9. Estimación del modelo de estimación de precio de locales comerciales de Sevilla

Como puede observarse, por cada punto porcentual de aumento del tamaño, el precio del local aumenta un 0,913 %. Por el contrario, el aumento en la distancia al centro de la ciudad, genera una disminución de su valoración. La situación del local comercial en la entreplanta de un edificio supone una disminución de su valoración en un 53,4 %, mientras que la disponibilidad de aire acondicionado lo aumenta en un 10,9 %. Por otro lado, destacan los distritos de Cerro Amate y Triana, en los que el precio disminuye 27,3 % y un 33,6 % respectivamente; y Centro, La Palmera, Santa Justa y Sevilla Este, donde aumenta, aunque en el primero en mayor medida.

La variabilidad explicada del precio de un local comercial de la ciudad de Sevilla, a través de este modelo, es del 72,7%; y como puede observarse no existe multicolinealidad grave.

Para ambos modelos se han realizado sendos contrastes Reset para la linealidad, resultando ser ambos apropiados. El contraste de White para el análisis de la heterocedasticidad residual no es concluyente en ninguno de los dos casos, con niveles de significación de 0,03 y 0,04 respectivamente.

## 6. Conclusiones

Los locales comerciales y las naves industriales son inmuebles en los que se lleva a cabo algún tipo de actividad económica. No obstante, las diferentes características que determinan su precio, hacen necesario un estudio diferenciado de los mismos. La estimación del precio a través de la metodología de precios hedónicos es inédita en el caso de las naves industriales y sumamente escasa para los locales comerciales, al contrario de lo que ocurre con los inmuebles destinados a vivienda. Esto obliga a realizar un análisis pormenorizado de las variables que pueden influir de forma significativa en el precio.

Como hemos visto, el precio de una nave industrial de la periferia de la ciudad de Sevilla, está íntimamente relacionado con su tamaño y con la distancia al centro de la ciudad, de forma que la valoración estimada del metro cuadrado se sitúa en torno a los 381 €, y por cada kilómetro que aumente la distancia, el precio se devalúa en algo menos de 6 €. Además, en el municipio de Dos Hermanas y en Mairena del Aljarafe, el precio es unos 58966 € y 182592,57 € superior al resto de municipios colindantes. Estos municipios tienen una alta densidad de naves industriales debido a su buena conexión por carretera.

Al contrario que ocurre con las naves industriales, la valoración del precio por metro cuadrado de un local comercial, disminuye cuando el tamaño de éste aumenta de forma ligeramente inelástica, de modo que un aumento de 1 % del tamaño de un local, produce un incremento del precio del 0,913 %. Otro factor que produce un incremento en el precio, aunque en menor medida, es la cercanía al centro de la ciudad, donde el precio por metro cuadrado es el más elevado de toda la región, a gran diferencia del resto.

Debido a las elevadas temperaturas alcanzadas por la ciudad en verano, el aire acondicionado es un elemento que se hace indispensable en un local comercial. Esto se refleja en un incremento en la valoración del precio de éste, superior al 10 % del valor total, cuando el inmueble dispone de climatización, lo que supone que para el precio medio de un local que como calculamos anteriormente era de 267.331,26€, el incremento en su valoración cuando dispone de aire acondicionado es superior a los 26000€.

Al comparar los resultados obtenidos para el modelo de estimación del precio de los locales comerciales con el estudio realizado por Rey (2014), realizado en la ciudad de Córdoba, observamos que el tamaño y la ubicación son relevantes en ambos modelos.

Las características que determinan el precio de un local comercial y su relación de influencia con éste, difieren de las observadas para las naves industriales. Además, la relación entre las variables explicativas y el precio varía en función de la región en la que se realiza el análisis, ya que las características propias del entorno pueden modificar la valoración que cada una de las características tienen.

Como ejemplo, cabe destacar la importancia que la presencia de aire acondicionado tiene en la valoración de los locales comerciales de la ciudad de Sevilla, motivado por las elevadas temperaturas que en esta ciudad se alcanzan en períodos estivales.

Por otro lado, las naves industriales son inmuebles en los que el tamaño y la ubicación son las únicas variables relevantes en su valoración.

Por todo ello, para alcanzar un profundo conocimiento del mercado inmobiliario de un país, el análisis debe realizarse a nivel local y para las distintas tipologías de inmueble, ya que la gran heterogeneidad de este mercado hace que sus características tengan una influencia significativamente diferente sobre su valoración.

## **Bibliografía**

Aguiló Segura, P. M. (2002). *El método de valoración de los precios hedónicos. Una aplicación al sector residencial de las Islas Baleares*. Tesis doctoral. Universidad de las Islas Baleares.

Ballesteros, E. (1973). Notas sobre un nuevo método rápido de valoración. *Revista de estudios agro-sociales*, 85, 75-78.

Beamonte, S. A. M. (2008). *Análisis estadístico de modelos hedónicos para efectos de vecindad. Aplicación al mercado inmobiliario de Zaragoza*. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza.

Bengochea Morancho, A. y Fuertes Eugenio, A. M. (2003). Valoración social de la autovía de acceso al Grao-Puerto de Castellón. *Revista Valenciana de Economía y Hacienda*, 3(9), 67-87.

Bilbao Terol, C. C. (2000). Relación entre el precio de venta de una vivienda y sus características: un análisis empírico para Asturias. *RAE: Revista Asturiana de Economía*, 18.

Bover, O., y Velilla, P. (2001). Precios hedónicos de la vivienda sin características: el caso de las promociones de viviendas nuevas. *Estudios económicos*.

Caballer, V. y Mellado, V. C. (1998). Valoración agraria: teoría y práctica. Madrid: Mundi-Prensa Libros.

Caridad, J. y Brañas P. (1996). *El mercado de la vivienda en Córdoba: un enfoque cuantitativo*. XXII Reunión de Estudios Regionales. Pamplona.

Caridad, J. M. y Ceular, N. (2001), Un análisis del mercado de la vivienda a través de redes neuronales artificiales. *Estudios de economía aplicada*. (18): 67-81.

Chasco, C. y Gallo, J. (2013). The impact of objective and subjective measures of air quality and noise on house prices: a multilevel approach for downtown Madrid. *Economic Geography*, 89(2), 127-148.

Chica-Olmo, J.; Cano, R. y Chica-Olmo, M. (2007). Modelo hedónico espacio-temporal y análisis variográfico del precio de la vivienda. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, (7), 56-72.

Decreto 267/2009, de 9 de junio, por el que se aprueba el Plan de Ordenación del Territorio de la aglomeración urbana de Sevilla y se crea su Comisión de Seguimiento. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía. Sevilla, 9 de Julio de 2009, núm. 132, pp. 114—382.

Fitch Osuna, J. M. y Garcia-Almirall, M. P. (2008). La incidencia de las externalidades ambientales en la formación espacial de valores inmobiliarios: el caso de la región metropolitana de Barcelona. *ACE: Arquitectura, Ciudad y Entorno*, 3(6), 673-693.

Fuentes Jiménez, A. M. (2004). *Métodos estadísticos y econométricos para la determinación del precio de la vivienda*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.

García Pozo, A. (2005). *El mercado de la vivienda usada en Málaga. Una aplicación del modelo de precios hedónicos*. Tesis doctoral. Universidad de Málaga.

Gila, A. y Novás, M., (2012). El uso del método hedónico para ajustar los cambios de calidad: la experiencia del IPV. *Estadística española*, 54 (179), 299-310.

Gómez, C. M. (2002). El precio hedónico de la contaminación del aeropuerto de Madrid-Barajas. Proyecto Madrid III: Evaluación económica del impacto ambiental del aeropuerto Madrid-Barajas.

Griliches, Z. (1971). Hedonic price indexes for automobiles: An econometric of quality change *The Price Statistics of the Federal Government* (pp. 173-196): NBER.

Guadalajara, N. (2014). *Métodos de valoración inmobiliaria*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Humaran, I., Marmolejo, C. y Ruiz, M. (2008). *La formación espacial de los valores comerciales, un análisis para las principales ciudades catalanas*. XXXIV Reunión de Estudios Regionales, Política Regional Europea y su incidencia en España. Economía, sociedad y medio ambiente.

Idealista, S.A. (s.f.). Portal web inmobiliario. Recuperado el 14 de Octubre de 2016 de <https://www.idealista.com/>

Inerzia (s.f.). Mercado de naves industriales de Sevilla: 2015. Recuperado el 14 de Octubre de 2016 de <http://www.inerzia.com/informes-de-mercado.html>

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (s.f.). Directorio de empresas y establecimientos con actividad económica en Andalucía. Recuperado el 14 de Octubre de 2016, de: <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/direct/index.htm>

Kahle, D., & Wickham, H. (2013). ggmap: Spatial Visualization with ggplot2. *R Journal*, 5(1).

Lancaster, K. J. (1966). A New Approach to Consumer Theory. *Journal of political economy*, 74(2), 132—157.

Marmolejo, C. (2008). La incidencia de la percepción del ruido ambiental sobre la formación espacial de los valores residenciales: un análisis para Barcelona. *Revista de la Construcción*, 7(1), 4-19.

Muñoz, G. (2012). *Análisis de la vivienda en Córdoba: Estudio econométrico*. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba.

Núñez, J.; Rey, F. J., y Caridad, J. M. (2013). Implicit prices in urban real estate valuation. *Revista de la Construcción*, 12(2), 116—126.

Núñez, J. M. (2007). *Mercados Inmobiliarios: Modelización de los Precios*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.

Peña, D. y Ruiz-Castillo J. (1984). Distributional aspects of public rental housing and rent control policies in Spain. *Journal of Urban Economics*. 15(3), 350-370.

Raya, J.M. (2005). *Ensayos sobre el mercado de la vivienda en España: Precios hedónicos y regímenes de tenencia*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona.

Rey, F. J. (2014). *Alternativas determinantes en valoración de inmuebles urbanos*. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba.

Ridker, R. G., & Henning, J. A. (1967). The determinants of residential property values with special reference to air pollution. *The Review of Economics and Statistics*, 246—257.

Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. *Journal of political economy*, 82(1), 34—55.

Tránchez, J.M. (2001). La heterogeneidad de la vivienda y el análisis de precios hedónicos: una aproximación. *Cuadernos de Información Económica*, 163, 28-35.

Wallace, H.A. (1926): Comparative farm-land values in Iowa. *Journal of Land & Public Utility Economics*, Vol.2 (4), 481—488.



## Relación directa y mediadora de las TIC sobre el rendimiento de la diversificación empresarial

LEÓN, OMAR

Unipanamericana Compensar (Colombia)

Correo electrónico: [omarleon@gmail.com](mailto:omarleon@gmail.com)

### RESUMEN

El presente estudio analiza el impacto que ejerce el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC) sobre la diversificación y el rendimiento empresarial de las pequeñas y medianas empresas (pymes). A partir de una muestra de 95 empresas de la comunidad autónoma del País Vasco, se evidencia que las empresas diversificadas muestran un mayor nivel de uso de las TIC y que este recurso afecta positivamente el rendimiento financiero y no financiero de la empresa. Los análisis muestran también que las TIC son una variable mediadora entre el tipo de diversificación y el rendimiento de los negocios en los cuales ha entrado la empresa. Para el análisis estadístico descriptivo y correlacional de las variables, se utilizó el *software* IBM SPSS en su versión 21. Entre los futuros trabajos que pueden derivarse de este, está el de aplicar el modelo a diferentes industrias con la idea de comparar los resultados encontrados y definir estrategias específicas.

**Palabras claves:** diversificación; rendimiento; mediación.

**Clasificación JEL:** L25; C12.

**MSC2010:** 62H15; 91B82.

# Direct and Mediating Relationship of ICT on the Performance Diversification

## ABSTRACT

This study analyzes the impact of the use of Information and Communication Technologies (ICT) on the diversification strategy and performance of small and medium enterprises (SMEs). From a sample of 95 companies in the autonomous community of the Basque Country, it is evidenced that diversified companies show a higher level of use of ICT and this resource positively affects financial and non-financial company performance. The analysis also shows that ICT is a mediating variable between the type of diversification and performance of business in which the company has entered. For the correlational descriptive and statistical analysis of the variables, IBM SPSS software was used (version 21). Further analysis which may expand upon this study could be to apply the model to different industries with the idea of comparing the results found and to define specific strategies.

**Keywords:** Diversification; ICT; performance; mediation.

**JEL classification:** L25; C12.

**MSC2010:** 62H15; 91B82.



## 1. Introducción

A raíz del rápido desarrollo de la economía global muchas empresas optan por la diversificación como su elección estratégica. La incorporación de actividades económicas nuevas se ha convertido en un hecho imprescindible para transformarse y seguir siendo una empresa con futuro. Esta es una de las razones por las que la diversificación ha llamado la atención del mundo empresarial y de numerosos investigadores de diferentes áreas durante las últimas décadas, que buscan identificar los factores determinantes que la afectan, así como demostrar sus efectos sobre el rendimiento empresarial.

La investigación de la diversificación ha sido estudiada desde varios enfoques y marcos (Palich, Cardinal, y Miller, 2000), algunos de ellos se caracterizan por sus aportes desde la dirección estratégica (Bueno, 1996; Miller, 2004; Bowen y Wiersema, 2005; Benito, 2009) y otros desde una visión que examina los aspectos económicos y financieros (Palich, Cardinal, y Miller, 2000; Bausch y Pils, 2009; Abreu y Mendes, 2010), es decir, se centraron específicamente en las diferencias en el resultado que presentaban las empresas diversificadas.

Por otra parte, Las TIC han pasado a ser un ingrediente esencial para la supervivencia de los negocios, mejorando las actividades en la cadena de valor de una organización y han generado varios cambios tanto en los modelos como en las estrategias empresariales. Dichos cambios ocasionados por la influencia de estas tecnologías, han sido relevantes en los estudios de académicos de la gestión empresarial de los últimos años que ven su importancia como enlace entre la estrategia de la firma y los procesos del negocio.

Siendo evidente que estas tecnologías conducen a un aumento de la productividad mediante la reducción de costes, estas permiten a las empresas aumentar la calidad y salida de nuevos productos (Brynjolfsson y Hitt, 2000).

En los estudios que relacionan la diversificación con las TIC, se evidencia que estas tecnologías son influyentes de una u otra manera en los resultados empresariales de acuerdo al grado y tipo de diversificación implementado en la organización (Hüseyin Tanriverdi, 2006; Chari, Devaraj, y David, 2007; Yu ; Ravichandran et al., 2009; Shin, 2009).

Liu y Ravichandran (2008), identifican que las organizaciones diversificadas exigen más inversiones en tecnologías de la información, pero esta relación también depende del grado en que este diversificada la empresa. De igual manera un mayor nivel de diversificación exige una mayor necesidad de coordinación de los activos y procesamiento de la información dentro de las empresas multinegocio (Dewan et al., 1998).

Se evidencia entonces la importancia de la inversión en TIC en la búsqueda de mejores resultados empresariales (H. Tanriverdi, 2005; Y. Liu et al., 2006; Steven, 2007; Chari, Devaraj, y David, 2008; Shin, 2009). Sin embargo, dicha inversión ha sido tratada por la literatura como una caja negra y su impacto en el rendimiento medido en poco contexto, mientras que el nivel de adopción y uso de las TIC puede colocar dicha inversión en perspectiva (Devaraj y Kohli, 2003), el cuál es uno de los aspectos a cubrir con este estudio.

Estos estudios demuestran que el análisis de la relación entre las TIC y la estrategia de diversificación se presenta como un área de considerable interés tanto para la comunidad científica como para el mundo empresarial, esto es debido a que estas tecnologías mantienen la promesa de mejorar sustancialmente el rendimiento de las organizaciones.

Ante este escenario, se ha planteado esta investigación con el propósito de *obtener evidencia de la relación existente entre el nivel de uso de las Tecnologías de Información y comunicación y la diversificación empresarial*. En este sentido, este estudio pretende aportar a la literatura demostrando empíricamente la relación entre el uso de las TIC sobre las empresas especializadas y diversificadas, indicando además como impactan sobre el rendimiento de los negocios en los que participa la empresa. Éste análisis se complementa revisando el efecto mediador de las TIC entre el tipo de diversificación y el rendimiento empresarial.

De acuerdo a lo anterior, el presente documento inicia con los antecedentes teóricos en los cuales se identifican los principales conceptos de diversificación y TIC, para luego plantear las hipótesis de investigación. En el segundo apartado se expone la metodología y los resultados; y finalmente se exponen las conclusiones, limitaciones y futuras líneas de investigación.

## **2. Marco teórico.**

El marco teórico se presenta en tres secciones: en la primera se describe lo referente a la diversificación empresarial indicando su concepto y características, en la siguiente se presenta la relación entre las TIC y la diversificación empresarial y finalmente se expone el rol de las variables mediadoras en un análisis de relación de variables.

### *Diversificación empresarial*

Diversificación significa la entrada de una empresa en nuevas líneas de productos, procesos, servicios o mercados (Dewan, Michael, y Min, 1998). Esto implica que una empresa se mueva en una serie de mercados (sectores, industrias o segmentos) a los que previamente no se dedicaba (Park y Jang, 2012). Así mismo cuando la empresa decide expandir las ventas de sus bienes y servicios trascendiendo las fronteras de países y zonas del mundo para entrar en distintos mercados, se habla de una diversificación internacional o geográfica (Hitt, Ireland, y Hoskisson, 2008).

De esta manera, el concepto de diversificación describe el grado o extensión en el que una firma está operando de manera simultánea en más de una industria en su campo de actividad y por ende en su estrategia corporativa. Así mismo, la entrada en nuevas líneas de negocio está siempre relacionada con el rendimiento empresarial, lo que ha hecho imprescindible el uso de una medida de diversificación que permitiera comprobar los resultados encontrados (Sánchez y Menguzzato, 2009; García, López, y Epalde, 2015; Q. Li et al., 2016).

La medida de diversificación se refiere al grado o nivel en el cual una empresa opera entre diversos segmentos de negocio, siendo las medidas categóricas de Wrigley (1970) y Rumelt (1974) unas de las más utilizadas en los estudios del área. Esta medida se basa de acuerdo a una serie de ratios determinados por los porcentajes de venta de cada negocio e identifica si la empresa es diversificada o especializada.

De otro lado, las razones por las cuales una empresa se diversifica, han definido diferentes aspectos que tratan de dar respuesta a esta pregunta de porque se diversifican las empresas. La teoría de la agencia, la visión de mercados, la de los recursos, las capacidades dinámicas, la teoría del conocimiento y la teoría de costes de transacción, son algunas de estas perspectivas, en las cuales se han enmarcado los diferentes estudios de diversificación, y que evidencian la mayoría de las bases de los estudios empíricos.

Desde la teoría de los recursos, las empresas tienden a iniciar un proceso de diversificación, sobre aquellos negocios en los que pueda aprovechar su base de recursos y conocimientos con la idea de aprovecharlos de manera plena y eficiente. De hecho, las empresas diversificadas pueden compartir recursos entre sus diferentes negocios, generando ventajas en costes en todos ellos (Miller, 2006). Esta es una de las teorías en las que se agrupa la mayoría de estudios que relacionan los recursos y herramientas tecnológicas con los que cuenta la empresa y la estrategia de diversificación (Miller, 2006; Hüseyin Tanriverdi, 2006).

### *Las TIC y la diversificación empresarial*

Los desarrollos tecnológicos juegan un papel muy importante en la realización de los bienes y servicios que se manifiesta a través de actividades que son digitalmente más intensivas (Sharma, 2013). Es por esto que algunas organizaciones de hoy consideran que las TIC son una manera de luchar contra la competencia mediante la mejora de la productividad, la rentabilidad y la calidad de las operaciones (Devaraj y Kohli, 2003), ya que sus innovaciones han ofrecido oportunidades para mejorar sus procesos y desarrollar nuevos modelos de negocio y aplicaciones. Adicionalmente, las TIC también ayudan a las empresas a aumentar su

potencial de ventaja competitiva, permitiéndoles realizar actividades primarias y de apoyo, ya sea a un menor costo o en un camino que conduce a la diferenciación y a un precio superior (Porter y Millar, 1985).

Este nuevo siglo presenta una fuerte propulsión para que las empresas adopten las TIC como medio para una nueva conducta empresarial (Sharma, 2013), permitiéndoles a las empresas replantear la forma en que hacen negocios, estimular la creatividad, y en última instancia, crear nuevas oportunidades (Shin, 2009). El avance en estas tecnologías ha dado paso a un nuevo género de oportunidades para las organizaciones, convirtiéndolas en un recurso estratégico en el que las empresas encuentran nuevas oportunidades en el mercado, con bajo costos y alta probabilidad de éxito (Shin, 2009).

Debido a esto, las organizaciones a menudo responden mediante el aprovechamiento de las TIC para buscar aplicaciones innovadoras que les permita mejorar o ampliar el alcance de sus productos y servicios (McNurlin, Sprague, y Bui, 1989). Esto deja claro que estas tecnologías conducen a un aumento en la productividad mediante la reducción de costes, lo que permite a las empresas aumentar la calidad, crear nuevas líneas de negocio, diversificarse y traspasar sus fronteras.

De la misma manera, un mayor grado de diversificación exige una mayor necesidad de coordinación de los activos y procesamiento de la información dentro de las empresas multinegocio (Dewan, Michael, y Min, 1998).

A esto se suma que las tecnologías, como el internet, se asocian con una ampliación del ámbito de negocios y una disminución de la especialización de la empresa (Brews y Tucci, 2004).

De acuerdo a Dewan, Michael y Min (1998), la demanda de TIC es relativamente más alta en las empresas diversificadas con líneas de negocio relacionadas debido a que estas firmas requieren coordinación de más recursos que firmas con diversificación no relacionada (Dewan, Michael, y Min, 1998). El impacto de estas tecnologías sobre las empresas es mayor para las empresas relacionadas que para las no relacionadas (Chari, Devaraj, y David, 2008). Estas empresas que persiguen estrategias de diversificación, especialmente aquellos que siguen la diversificación no relacionada, deben priorizar en la adopción de las TIC en las actividades de operación (Sandulli et al., 2012).

Dado que las empresas pueden utilizar el capital TIC para coordinar sus recursos y capacidades a través de los diferentes mercados, este capital puede facilitar la realización de economías de alcance y permitir a las empresas operar en varios mercados simultáneamente (Ray, Xue, y Barney, 2013). Además de esto, Ravichandran et al. (2009), indican que las TIC (teniendo en cuenta la coordinación y el control en las empresas) determinan el éxito de la diversificación internacional.

Por otro lado, aunque se han hecho esperar tecnologías de la información para mejorar directamente el rendimiento empresarial en las actividades de la cadena de valor específicas (por ejemplo, el rendimiento del proveedor o de la prestación del servicio al cliente), sus capacidades avanzadas ofrecen la promesa de una mayor integración organizativa obteniendo unos beneficios indirectos (Xue, Ray, y Sambamurthy, 2013).

La adopción de las TIC, desde la valoración de su uso, permitirá un reconocimiento más específico del impacto que tienen estas tecnologías en la estrategia organizacional, que se han venido forjando a través del uso del negocio electrónico y del cual, como lo sugiere también (Basu y Muylle, 2011), hay poca orientación en la literatura, haciéndola atractiva para este tipo de investigaciones, asumiendo que el uso intensivo de estas tecnologías en los procesos operacionales se encuentra asociado con aumentos sustanciales en la productividad de las empresas diversificadas, y se ha sugerido que la adopción de esta tecnologías debería conducir a un aumento positivo del rendimiento empresarial en empresas con varias líneas de negocio.

Finalmente, y entendiendo que las TIC son un recurso que afecta el rendimiento empresarial debido a sus bondades y a la mayor inversión que hagan las empresas en estas tecnologías (Bharadwaj, 2000; Chari, Devaraj, y David, 2008; Jacks et al., 2011), resulta importante identificar la naturaleza multidimensional del

rendimiento de la firma evaluando su valor financiero y no financiero (Lumpkin y Dess, 1996; Ghobadian y O'Regan, 2006; Escribá, Sánchez, y Sánchez, 2008) para evaluar este impacto en un concepto más amplio.

### *Rol de las variables mediadoras*

De acuerdo con Ato y Vallejo (2011), una supuesta relación causa-efecto entre una variable independiente y una variable dependiente resulta conveniente determinar el papel que juegan otras variables intervinientes en tal relación, y particularmente el papel de variables mediadoras.

A este respecto, se sugiere revisar la relación diversificación y rendimiento empresarial de acuerdo al efecto mediador de las TIC (Dewan, Michael, y Min, 1998; H. Tanriverdi, 2005; Chari, Devaraj, y David, 2008), además que la relación es directa con el desempeño a la vez que lo hace también con otros elementos (Powell y Dent-Micallef, 1997; H. Tanriverdi, 2005; Bulchand-Gidumal y Melián-González, 2011).

Para este análisis mediador resulta necesario revisar cómo es su análisis para determinar su validez estadística. De acuerdo con Baron y Kenny (1986), los mediadores son variables intervinientes que dan cuenta de la relación entre la variable independiente y la variable dependiente. El diagrama propuesto por estos autores (Ver figura 1) identifica un sistema de tres variables en el cual hay dos pasajes causales que llegan en la variable dependiente. Así mismo se encuentra el impacto directo de la variable independiente (c) y el impacto mediador (b). El pasaje (a) va desde la variable independiente hacia el mediador.

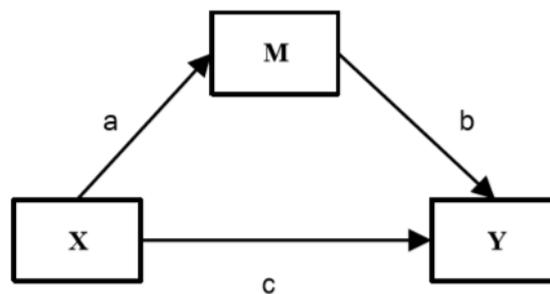


Figura 1 Diagrama de mediación

Para contrastar la mediación dentro de un modelo propuesto, se deben estimar tres ecuaciones de regresión:

$$Y = o_1 + cX + e_1 \quad (1)$$

$$Z = o_2 + aX + e_2 \quad (2)$$

$$Y = o_3 + c'X + bZ + e_3 \quad (3)$$

donde  $o_1$ ,  $o_2$  y  $o_3$  son los respectivos puntos de origen o intercepción y  $e_1$ ,  $e_2$  y  $e_3$  representan los residuos no explicados de las tres ecuaciones. Todo el análisis se concentra en la interpretación de los coeficientes de regresión  $a$ ,  $b$ ,  $c$  y  $c'$  de las ecuaciones (1) a (3), (Ato y Vallejo, 2011).

Siguiendo el procedimiento propuesto por Baron y Kenny (1986), el cual es el más empleado para probar efectos de mediación (Ato y Vallejo, 2011) se desarrollan las siguientes etapas:

Primero, realizar la regresión de la variable independiente en la variable mediadora (2). Esta etapa estima el coeficiente de la variable dependiente, que debe ser significativamente diferente de cero para continuar con la siguiente etapa.

Segundo, hacer la regresión de la variable dependiente en la independiente (1). Esta etapa estima el efecto total (coeficiente de la variable dependiente), que debe ser estadísticamente significativo.

Tercero, se valora la regresión de la variable dependiente tanto en la variable independiente como en el mediador (3).

Dicho esto, y de acuerdo a los planteamientos anteriormente indicados y a los elementos de entrada en la estrategia de diversificación propuesto por otros autores (Hoskisson y Hitt, 1990; Dewan, Michael, y Min, 1998; Miller, 2006), se plantean las TIC como un recurso que puede influir de manera directa y mediadora en las variables de diversificación y rendimiento empresarial. Conforme a trabajos anteriores, se han utilizado como variables de control: tamaño, edad, concentración y ritmo de crecimiento (Chari, Devaraj, y David, 2008; Purkayastha, 2013; Ray, Xue, y Barney, 2013; Sanchez y Usero, 2013; Leon, Igartua, y J., 2016). Ver figura 2.

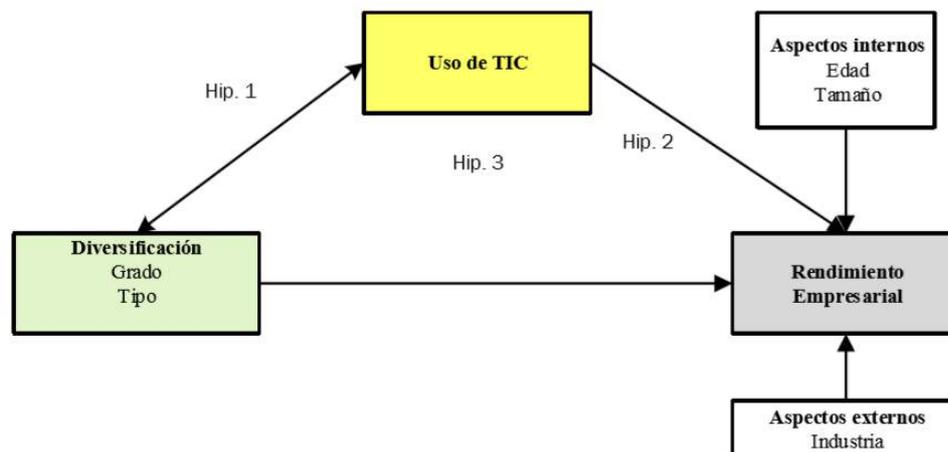


Figura 2. Modelo de hipótesis usado

En este contexto y de acuerdo al modelo presentado, se plantean las siguientes hipótesis de estudio referentes a la relación entre el uso de las TIC, la diversificación y el rendimiento empresarial:

Hipótesis 1 Las empresas diversificadas presentan un mayor uso de TIC que las empresas especializadas.

Hipótesis 2 El nivel de uso de las TIC esta positivamente relacionado con un mejor rendimiento en las empresas diversificadas.

Hipótesis 3 El uso de las TIC es un factor mediador entre el tipo de diversificación y el rendimiento empresarial.

### 3. Metodología.

Con la idea de contrastar las hipótesis planteadas se planifico un estudio empírico mediante la aplicación de una encuesta dirigida a los directivos de las Pymes establecidas en la comunidad autónoma del País Vasco (CAPV) pertenecientes al sector industrial. Este tipo de empresas mantienen un elevado peso económico en la economía española en general y es la que más empleo aglutina en esta comunidad (Eustat, 2015). Se logró obtener una muestra de 95 firmas a partir de la aplicación de un cuestionario autoadministrado presentado a las empresas en formato físico y online (error muestral 9,96% y un nivel de confianza del 95%,  $k=1,96$ ;  $p=q=0,5$ ).

La muestra ha sido conformada de acuerdo con los índices de respuesta obtenidos y según las características definidas en la población (Pymes pertenecientes al tejido industrial de la CAPV), descartando aquellas empresas que contestando al cuestionario, no cumplieran con dichas características.

Conforme a la distribución de las empresas de la muestra, se observa que el más alto porcentaje de participación está ubicado en el sector de fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo (32,6%), el de construcción (5,26%), comercio (5,26%) y consultoría (5,26%). Los porcentajes de distribución obtenidos en la muestra de estos subsectores son similares a los presentados en la población.

En cuanto a la distribución geográfica de la muestra se observa que de las tres provincias que componen la comunidad del país Vasco, Guipúzcoa y Vizcaya tienen la mayor representación con un 41% y 35% respectivamente, mientras Álava representa un 19% de las empresas participantes.

#### **4. Medición de las variables.**

##### *Uso de TIC*

Para medir el uso de las TIC (UTIC) en la empresa se pide al directivo que indique dentro de un listado de 18 herramientas tecnológicas cual es el nivel de uso que considera le ha dado la empresa a cada una de ellas. La lista de herramientas ha sido seleccionada mediante las sugerencias realizadas por el ITU, OECD, Eurostat, INE, Eustat y evidenciadas en estudios anteriores (Guzmán et al., 2010; Albarracín, Erazo, y Palacios, 2014; Leon, Igartua, y J., 2016).

Esta variable está compuesta por la media aritmética obtenida de una escala Likert de cinco puntos en las que el directivo indicó el nivel de uso de cada una de las tecnologías presentadas (*Ordenadores, Acceso a Internet, Web corporativa, Correo electrónico, VoIP, Herramientas colaborativas, e-learning, Servicios en línea a clientes, Factura electrónica, ventas por Internet, compras por Internet, Banca electrónica, ERP, SCM, CRM, Servicios de cloud computing, Herramientas de Vigilancia Tecnológica, e-gobernment*). Para validar esta medida se verifica la fiabilidad de la escala a través del estadístico Alpha de Cronbach (0,834), y de KMO (0,77) indicando la validez de la escala utilizada.

##### *Grado de diversificación*

Esta variable ha sido medida de manera categórica dicotómica diferenciando entre empresas diversificadas y empresas especializadas. Esta clasificación se basa en las medidas categorías propuestas por Wrigley y Rumelt (Wrigley, 1970; Rumelt, 1974), basados en el ratio de especialización se identifican las principales categorías de las empresas (especializadas, diversificadas y de negocio dominante). Con esto las empresas donde el porcentaje de las ventas de su negocio original fuera superior al 95% son clasificadas como especializadas, entre 95 % y 70% son identificadas como de negocio dominante y menores al 70% fueron clasificadas como diversificadas. Para efectos de este estudio se han identificado dos tipos de empresa; *diversificadas* y *especializadas* (incluidas en estas también las de negocio dominante).

##### *Tipo de diversificación*

El tipo de diversificación se ha establecido de acuerdo al grado de relación de los negocios en los cuales participa una empresa. Esta medida ha sido tomada de acuerdo a los trabajos de Stimpert y Duhaime (1997) y Peinado y Menguzzato (2006).

Para este estudio se ha utilizado una escala basada en lo propuesto por Peinado y Menguzzato (2006), que permite identificar la relación específica entre los negocios a nivel de *clientes, proveedores, canales de distribución, gastos de publicidad, prestigio de marca, materias primas, procesos de producción y gastos en I+D*. La media obtenida entre estos siete elementos permite identificar el tipo de diversificación de acuerdo al grado de relación del negocio original y el nuevo negocio. La escala ha sido validada a través del Alfa de Cronbach (0,864) y su validez mediante un valor de KMO adecuado (0,762).

##### *Rendimiento empresarial*

Para medir el rendimiento empresarial se han utilizado medidas subjetivas mediante las respuestas dadas por los directivos a este aspecto en el cuestionario. Las medidas subjetivas, evaluadas desde el director, se eligen cuando el desempeño no financiero está involucrado en el análisis o cuando las medidas financieras objetivas no están disponibles (Geringer, 1991).

Acorde con esto, y según la literatura, las medidas subjetivas para medir el rendimiento son correctas, fiables y precisas, tanto como las medidas objetivas (Khan, Khaliq, y Nor, 2014). Por todo esto se recomienda que en la realización de investigaciones empíricas sobre Pymes debe hacerse hincapié en

utilizar las medidas subjetivas a través de una escala Likert aplicado a los propietarios y gerentes de dichas empresas con la idea de recoger datos precisos y fiables y con un aumento de la tasa de respuesta (Khan, Khalique, y Nor, 2014). Este tipo de medida ha sido utilizada por otros autores (Escribá, Sánchez, y Sánchez, 2008; Chandrakumara, De Zoysa, y Manawaduge, 2011; Basco, 2013; Ramírez y López, 2014; Ruzgar, Kocak, y Ruzgar, 2015)

Bajo estos argumentos, y basado en el trabajo de Escribá, Sánchez, y Sánchez (2008), se han utilizado seis ítems para medir el rendimiento global de la empresa, calculado mediante la media aritmética de acuerdo a lo respondido por el directivo según una escala Likert (1=Mucho peor de lo esperado, 2=Peor, 3=Similar, 4=Mejor, 5= Mucho mejor). En la escala utilizada se ha obtenido un índice de alfa de Cronbach válido (0,884). La prueba de esfericidad de Bartlett comprueba la validez de constructo, el cual es estadísticamente significativa (,000). Así mismo, el KMO también se muestra apropiado con un valor de 0,822.

Conociendo a priori los factores de rendimiento propuestos por Escribá, Sánchez, y Sánchez (2008), y mediante un análisis factorial confirmatorio se ha diferenciado, de acuerdo a las cargas obtenidas en los dos factores, entre rendimiento financiero (*rentabilidad obtenida en el nuevo negocio (0,922), nivel de ventas del nuevo negocio (0,976), costes de entrada (0,845)*) y no financiero (*cuota de mercado (0,409), reputación (0,853) y acceso a recursos, conocimientos y habilidades (0,948)*).

Adicionalmente, para este análisis se ha evaluado el alfa de Cronbach de manera independiente para rendimiento financiero y no financiero, obteniendo para cada uno de ellos 0,872 y 0,772 respectivamente.

## **5. Resultados y discusión.**

Con respecto a la primera hipótesis, se contrastan las variables uso de TIC y grado de diversificación. La variable uso de TIC ha sido medida según la valoración de las herramientas indicado anteriormente, mientras la variable grado de diversificación ha permitido identificar dos categorías de empresa, la diversificada (1) y la especializada (0). Se espera que las empresas diversificadas presenten un mayor grado de uso de TIC.

Para este análisis se utiliza una prueba bivariable con el fin de comprobar las diferencias significativas entre el uso de las TIC en las empresas diversificadas y especializadas. Mediante la prueba t para muestras independientes se analiza la igualdad de medias de la variable dependiente en cada una de las categorías definidas. De cumplirse la hipótesis de igualdad de medias, se asume que las variables son independientes puesto que la media sería la misma independientemente del grupo en el que se encontrara la empresa y en caso contrario de que se pueda rechazar la hipótesis nula, se asume que existe relación entre las variables.

Antes de este análisis se debe cumplir con el requisito de normalidad de la distribución de las poblaciones, lo que quiere decir que las muestras deben proceder de poblaciones distribuidas de forma normal. Según el tamaño de la muestra de este estudio, se obtuvo un estadístico Kolmogorov-Smirnov superior al nivel de significancia establecido 0,200 para las dos categorías (especializadas y diversificadas), con lo que se puede afirmar que la variable se comporta normalmente. Así mismo, dado que en la prueba de Levene se encontró una significancia superior al determinado para su aceptación (0,998), por lo que se asumen las varianzas como iguales.

De acuerdo a los resultados estadísticos obtenidos, la media del uso de TIC de las empresas diversificadas (2,96) es ligeramente superior a la que presentan las especializadas (2,88), en el sentido propuesto en la hipótesis 1 y estarían acordes con otros trabajos (Brews y Tucci, 2004; Chari, Devaraj, y David, 2008). Para comprobar si esa diferencia es significativa se analiza el valor del estadístico t.

Se ha asumido las varianzas poblacionales iguales debido a que el contraste de la prueba de Levene no es significativo (0,998). Así mismo, el valor de la prueba t se analiza desde esta línea, encontrando que no es significativa (0,595) y, por lo tanto, no se puede rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias. Esto significa que aunque se encontró un mayor nivel en el uso de las TIC en las empresas diversificadas sobre las especializadas, no existe una diferencia significativa.

Lo propuesto inicialmente en la hipótesis 1, no se puede afirmar por falta de evidencia estadística suficiente. Estos resultados no podrían confirmar completamente lo encontrando por otros autores sobre dicha relación (Dewan, Michael, y Min, 1998; Brynjolfsson y Hitt, 2000; Shin, 2006). Una de las razones de este resultado podría darse en relación a que en los estudios revisados, a diferencia de este estudio, se utiliza como principal variable de análisis de TIC a la inversión económica que hace la empresa en este recurso.

Con respecto a la segunda hipótesis se plantea que el uso de las TIC puede ser un factor importante en el rendimiento de la empresa diversificada. Bajo este supuesto se pretende demostrar que las empresas que presentan un mayor nivel de uso de TIC presentan también un mayor rendimiento empresarial.

Obtenidos los valores de las variables, se procedió a realizar el análisis de correlación de las dos variables de interés, UTIC y rendimiento empresarial, con lo cual se pudo observar que los coeficiente de correlación para cada una de las medidas de rendimiento; financiero ( $p < 0,05$ ); no financiero ( $p < 0,01$ ) y Global ( $p < 0,01$ ), son significativos, indicando que las variables están asociadas y que la correlación es directa. Para comprobar dicha relación se ha considerado el siguiente modelo, utilizando una regresión lineal por MCO.

$$Y = b_0 + b_1 UTIC_i + b_2 Tama\tilde{n}o_i + b_3 edad_i + b_4 concentraci\tilde{o}n\_ind_i + b_5 Ritm\_Crec_i + \epsilon_i \quad (4)$$

La tabla 1 resume cada una de las variables utilizadas en el modelo y su definición.

Tabla 1: Variables utilizadas en el modelo UTIC y rendimiento

Variable dependiente	
Rend_finan	Rendimiento financiero (rentabilidad, Ventas, Costes)
Rend_No_Finan	Cuota de mercado, reputación y acceso a recursos, conocimientos y habilidades
Rend_Global	Rendimiento global (financiero y no financiero)
Variable explicativa	
UTIC	Nivel de uso de las TIC en la empresa
Variables de control	
Tamaño	Tamaño de la empresa de acuerdo con el número de empleados
Edad	Edad de la empresa desde su inicio de actividades
Concentraci\tilde{o}n\_ind	Concentraci\tilde{o}n industrial
Ritm\_Crec	Ritmo de crecimiento de la industria

La tabla 2 muestra los resultados de la estimaci\tilde{o}n realizada para examinar las relaciones entre el grado de uso de las TIC y el rendimiento empresarial a nivel financiero, no financiero y global. Los datos se procesaron mediante regresiones lineales m\tilde{u}ltiples por MCO. Inicialmente se comprob\tilde{o} en todos los modelos que los regresores presentan un factor de inflaci\tilde{o}n de la varianza (VIF) que descarta la presencia de multicolinealidad.

Tabla 2: Resumen del modelo UTIC y rendimiento

	Rendimiento financiero	Rendimiento no financiero	Rendimiento global
UTIC	,634*** -4,61	,645*** -3,993	,690*** -4,696
Edad	-,6437*** (-3,824)	-,402** (-2,033)	-,586*** (-3,245)
Tamaño	Ns	ns	ns
Concentración_Ind	-,277** (-2,145)	ns	Ns
Ritm_Crec	,333* -2,684	ns	Ns
F	7,210***	3,278**	5,434***
R2 adjust.	0,437	0,222	0,357
Durbin-Watson	1,595	1,561	1,636

Nota: \*= p £ 0.1; \*\*= p £ 0.05; \*\*\*= p £ 0.01. Debajo de cada coeficiente estandarizado, entre paréntesis, el valor estadístico de t student. VIF más alto en todos los modelos 2,006. Media de los residuos para todos los modelos 0,000

Como se puede observar, el uso de las TIC en las pymes de la muestra genera un impacto positivo en el rendimiento a nivel financiero, no financiero y global.

En relación al rendimiento financiero se encuentra un estadístico positivo y significativo 0,634 ( $p < 0.01$ ), lo que indica que el uso de las diferentes herramientas TIC, hace que mejore financieramente el rendimiento de la empresa. Se comprueba también la validez del modelo ya que la F tiene un valor 7,210 ( $p < 0.01$ ).

Los resultados con respecto al rendimiento no financiero indican que en la medida que aumente el uso de las TIC en la organización, se presenta un mayor rendimiento en cuanto a la cuota de mercado, reputación y acceso a recursos, conocimientos y habilidades (coeficiente estandarizado = 0.645 y  $p < 0.01$ ).

En relación al rendimiento global se encuentra nuevamente un estadístico positivo y significativo (,690  $p < 0.01$ ), esto indica que el uso de las diferentes herramientas tecnológicas en el interior de las PYME contribuyen a que en general, la organización tenga un mejor rendimiento. Así mismo para el modelo se halla un estadístico F positivo y altamente significativo (5,434  $p < 0.01$ ) con lo cual se comprueba su validez global.

Estos resultados muestran que las empresas que con un mayor grado de uso de TIC tienen un mayor rendimiento y se confirman las hipótesis planteadas. Estos resultados muestran un impacto directo de las tecnologías de la información sobre el rendimiento empresarial en cada una de las dimensiones evaluadas.

De otro lado, al no encontrarse coeficientes significativos para todas las variables de control examinados, no es posible demostrar a través de este trabajo que el tamaño de la empresa, el ritmo de crecimiento y concentración industrial influyan sobre el impacto que en el rendimiento de las empresas tiene el uso de las TIC. Contrario a esto, la edad de la empresa si ha obtenido valores significativos con lo cual esta variable influye en la relación establecida.

Con respecto a la hipótesis 3, esta indica que el uso de las TIC es un factor mediador entre el tipo de diversificación y el rendimiento empresarial. Según esto, y teniendo en cuenta la hipótesis planteada y las variables de interés de esta investigación, que han sido justificadas anteriormente, se plantea como variable dependiente el rendimiento empresarial. Así mismo la variable independiente está determinada por el tipo de diversificación, mientras la variable mediadora es el uso de las TIC en la empresa.

Por lo tanto se plantean los siguientes modelos de regresión a establecer: 1) Regresión del factor tipo de diversificación con el uso de las TIC (UTIC), 2) Regresión del factor tipo de diversificación con la variable dependiente (Rendimiento empresarial) y 3) Regresión del factor tipo de diversificación y uso de TIC (UTIC) con la variable dependiente (Rendimiento empresarial).

Para la primera ecuación se ha desarrollado a través de un análisis de regresión múltiple, encontrando que el tipo de diversificación afecta significativamente el uso de las TIC ( $F= 4,227$  y  $p\text{-valor} = 0,004$ ), con un valor de  $R^2$  corregida que explica el 28,7% de la variabilidad del uso de las TIC. Los resultados se pueden observar en la tabla 3. Así mismo se han identificado coeficientes significativos para las variables de control tamaño y edad de la empresa (Ver tabla 3).

Tabla 3: Resumen modelo variable UTIC y grado de relación de negocios

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	,614	,377	,287	,53139	1,658

a. Variables predictoras: (Constante), Ritm\_Crec, Tamaño\_Emp, Industria, tipo de diversificación, Edad\_Emp

b. Variable dependiente: UTIC\_TOTAL

Para la segunda ecuación se ha desarrollado a través de un análisis de regresión múltiple, encontrando que el tipo de diversificación afecta significativamente el rendimiento empresarial ( $F= 4,558$  y  $p\text{-valor} = 0,003$ ), con un valor de  $R^2$  corregida que explica el 30,8% de la variabilidad del rendimiento, (Ver tabla 4).

Tabla 4: Coeficientes regresión tipo de diversificación – Rendimiento

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	T	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
(Constante)	29,337	15,365		1,909	0,064
Tipo de diversificación	0,460	0,108	,617	4,247	0,000
Tamaño_Emp	0,104	0,177	0,094	0,585	0,562
Edad_Emp	-0,014	0,008	-0,317	-1,866	0,070
Industria	-0,238	0,171	-0,199	-1,391	0,173
Ritm_Crec	0,362	0,151	0,351	2,398	0,022

Variable dependiente: Rendimiento.  $R^2 = 0,308$ .  $F = 4,558$  significancia 0,003, Durbin-Watson 1,357 Media de residuos 0,000

Para la tercera ecuación se ha desarrollado a través de un análisis de regresión múltiple, encontrando que el tipo de diversificación afecta significativamente el rendimiento empresarial ( $F= 7,159$  y  $p\text{-valor} = 0,000$ ), con un valor de  $R^2$  corregida que explica el 48,0% de la variabilidad del rendimiento. El valor de los coeficientes se muestra en la tabla 5.

Tabla 5: Coeficientes mediación UTIC en regresión del tipo de diversificación y rendimiento

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
(Constante)	49,910	14,522		3,437	0,002
Tipo de diversificación	0,313	0,103	0,420	3,053	0,004
UTIC_TOTAL	0,637	0,179	0,513	3,550	0,001
Tamaño_Emp	-0,194	0,175	-0,175	-1,106	0,277
Edad_Emp	-0,025	0,007	-0,556	-3,436	0,002
Industria	-0,298	0,149	-0,250	-2,001	0,053
Ritm_Crec	0,356	0,131	0,345	2,725	0,010

Variable dependiente: Rendimiento. R2 = 0,480. F = 7,159 significancia 0,000. Durbin-Watson 1,411, Media de residuos 0,000

Una vez determinado que los coeficientes en las etapas 2 y 3 son estadísticamente significativos se puede concluir que la variable UTIC está mediando la relación entre el tipo de diversificación y el rendimiento empresarial, por lo cual se acepta la hipótesis planteada. Estos resultados estarían acordes con otros en los que se presenta la acción mediadora entre las TIC sobre el rendimiento empresarial (Weill, 1992; Barua, Kriebel, y Mukhopadhyay, 1995; Francalanci y Galal, 1998).

Finalmente, de acuerdo con los coeficientes identificados en las tres ecuaciones de regresión y en lo que se refiere al pasaje c de la figura 1, el mismo permite determinar si se trata de una mediación completa o de una mediación parcial (Ato y Vallejo, 2011). En el caso de una mediación completa, esta tiene lugar cuando  $c' = 0$  (o, en general, si es muy pequeño en magnitud en comparación con el efecto indirecto  $a*b$ ), entonces puede existir mediación completa; en cambio, si  $c' < c$ , puede tratarse de mediación parcial (Ato y Vallejo, 2011). Conforme a los resultados obtenidos en la tercera regresión, se encuentra que  $c'$  (0,420) es menor que  $c$  (0,617), por lo cual se trata de una mediación parcial.

## 6. Conclusiones.

Este estudio ha identificado diferentes trabajos teóricos y empíricos realizados previamente lo que ha permitido constatar que existe un gran interés por analizar el uso de las TIC en las empresas y su impacto en los diferentes factores organizacionales (Melville, Kraemer, y Gurbaxani, 2004; G. Li et al., 2009; Luo y Bu, 2016). Esta revisión bibliográfica también ha permitido identificar los factores que llevan a las empresas a diversificar su línea de negocios, reconociendo en las TIC un recurso que puede ayudar a las empresas a encontrar nuevas oportunidades para ampliar la gama de productos de las organizaciones y su impacto en el rendimiento de la empresa (Chari, Devaraj, y David, 2008; Ravichandran et al., 2009; Hu, Zhang, y Teng, 2011).

Con respecto al impacto de las TIC en el grado de diversificación, no se ha confirmado estadísticamente este planteamiento, sin embargo si se evidencia un mayor nivel de uso de las TIC en las empresas que han diversificado en nuevos productos y mercados sobre las empresas especializadas.

En este aspecto se ha considerado que el hecho de que existe un creciente mercado de todo tipo de herramientas TIC y que su precio se ha estado reduciendo, las barreras de entrada en nuevas líneas de negocio se han reducido y que cualquier empresa puede incorporarlas para atraer nuevos clientes, generando nuevos productos y servicios que satisfagan sus necesidades.

El estudio sugiere que recursos como las TIC estimulan la entrada de las Pymes en nuevas líneas de negocio debido a su influencia en los diferentes procesos de la organización y a que se ha identificado un mayor uso de este recurso en las empresas diversificadas.

Con relación al impacto de las TIC sobre el rendimiento de la empresa, se planteó determinar inicialmente la relación directa de estas variables. Con el análisis propuesto ha sido posible demostrar estadísticamente dicha relación, concluyendo que las empresas que hacen un mayor uso de las TIC verán reflejado un mejor rendimiento de los negocios en los que ha entrado.

En este mismo sentido, los recientes avances y rápida extensión de las TIC han promovido la entrada de las empresas en el mundo digital permitiendo el desarrollo de nuevas formas de crear y entregar valor, ya sea por su eficiencia en los procesos transacciones o porque la plataforma basada en Internet mantiene la promesa de una mejora sustancial de su rendimiento.

Para complementar este análisis se ha decidido conocer si las TIC pueden presentar una relación mediadora entre el tipo de diversificación y el rendimiento empresarial. Una vez determinado que los coeficientes son estadísticamente significativos se ha podido concluir que la variable uso de TIC está mediando la relación entre el tipo de diversificación y el rendimiento empresarial. Al respecto, con este análisis se afirma que las TIC es un mecanismo por medio del cual el tipo de diversificación influye sobre el rendimiento empresarial.

Con estos análisis se espera aportar a la práctica empresarial en la toma de decisiones de los directores TIC y de los responsables de las estrategias empresariales con respecto a la adquisición de estos recursos tecnológicos ya que se demuestra su aporte al rendimiento empresarial.

Así mismo con este estudio se contribuye a ampliar el conocimiento del tejido empresarial de la comunidad autónoma del País Vasco, relacionando mediante un estudio empírico dos elementos claves en la gestión de las organizaciones, las TIC con el rendimiento. Para esto, se proporciona un modelo de análisis que valora el impacto directo e indirecto de las TIC sobre el rendimiento y su relación con la estrategia empresarial. Este modelo ha sido soportado sobre otros estudios que analizan la entrada e impacto de una empresa en la estrategia de diversificación.

## **7. Limitaciones y líneas futuras de investigación.**

Una de las limitaciones encontradas durante esta investigación se refiere al tamaño de la muestra utilizada. Obtener una mayor muestra de empresas puede agregar una nueva confirmación de los resultados y clasificarlos de acuerdo a las características de las empresas y las actividades específicas de cada una de ellas. A pesar de que se estimó adecuado utilizar una medida subjetiva de rendimiento empresarial, debido a que son apropiadas cuando se estudian empresas de pequeño y mediano tamaño, se hubiera podido complementar los resultados con otro tipo de medida cuantitativa (para diversificación y rendimiento). Sin embargo, obtener datos financieros de las empresas a través del tipo de instrumento utilizado no es tarea fácil.

Entre los futuros trabajos que pueden derivarse de este, están el de aplicar el modelo a diferentes industrias con la idea de comparar los resultados encontrados y definir estrategias específicas. Como segundo planteamiento está el de identificar cuáles de las tecnologías de la información implantadas en la empresa genera mayor impacto sobre los resultados de la diversificación empresarial y por último aplicar el modelo de rendimiento y TIC sobre los índices de diversificación internacional.

## **REFERENCIAS**

Abreu, M., y Mendes, V. *Financial literacy and portfolio diversification*. doi: 10.1080/14697680902878105. *Quantitative Finance*, 10(5), 515-528 (2010).

Albarracín, E. J. G., Erazo, S. C. R., y Palacios, F. C. *Influencia de las tecnologías de la información y comunicación en el rendimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas colombianas*. *Estudios Gerenciales*, 30(133), 355-364 (2014).

Ato, M., y Vallejo, G. *Los efectos de terceras variables en la investigación psicológica*. *Anales de psicología*, 27(2), 550-561 (2011).

- Baron, R. M., y Kenny, D. A. *The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations*. Journal of personality and social psychology, 51(6), 1173 (1986).
- Barua, A., Kriebel, C. H., y Mukhopadhyay, T. *Information technologies and business value: An analytic and empirical investigation*. Information Systems Research, 6(1), 3-23 (1995).
- Basco, R. *Exploring the influence of the family upon firm performance: Does strategic behaviour matter?* International Small Business Journal, 32(8), 967-995 (2013).
- Basu, A., y Muylle, S. *Assessing and enhancing e-business processes*. Electronic Commerce Research and Applications, 10(4), 437-499 (2011).
- Bausch, A., y Pils, F. *Product diversification strategy and financial performance: Meta-analytic evidence on causality and construct multidimensionality*. Review of Managerial Science, 3(3), 157–190 (2009).
- Benito, O. D. *Theoretical analysis of the relation between corporate diversification and performance*. doi: 10.1016/s1135-2523(12)60092-6. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa, 15(2), 105-126 (2009).
- Bharadwaj, A. S. *A Resource-Based Perspective on Information Technology Capability and Firm Performance: An Empirical Investigation*. MIS quarterly, 24(1) (2000).
- Bowen, H. P., y Wiersema, M. F. *Foreign-based competition and corporate diversification strategy*. Strategic Management Journal, 26(12), 1153-1171 (2005).
- Brews, P. J., y Tucci, C. L. *Exploring the structural effects of internetworking*. Strategic Management Journal, 25(5), 429-451 (2004).
- Brynjolfsson, E., y Hitt, L. M. *Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance*. The Journal of Economic Perspectives, 14(4), 23-48 (2000).
- Bueno, C. E., *Dirección estratégica de la empresa: metodología, técnicas y casos*. Madrid Ediciones Pirámide. (1996).
- Bulchand-Gidumal, J., y Melián-González, S. *Maximizing the positive influence of IT for improving organizational performance*. The Journal of Strategic Information Systems, 20(4), 461-478 (2011).
- Chandrakumara, A., De Zoysa, A., y Manawaduge, A. *Effects of the entrepreneurial and managerial orientations of owner-managers on company performance: An empirical test in Sri Lanka*. International Journal of Management, 28(1), 139 (2011).
- Chari, M. D. R., Devaraj, S., y David, P. *International diversification and firm performance: Role of information technology investments*. Journal of World Business, 42(2), 184-197 (2007).
- Chari, M. D. R., Devaraj, S., y David, P. *Research note - The impact of information technology investments and diversification strategies on firm performance*. doi: 10.1287/mnsc.1070.0743. Management Science, 54(1), 224-234 (2008).
- Devaraj, S., y Kohli, R. *Performance impacts of information technology: is actual usage the missing link?* Management Science, 49(3), 273-289 (2003).
- Dewan, S., Michael, S. C., y Min, C.-K. *Firm characteristics and investments in information technology: Scale and scope effects*. Information Systems Research, 9(3), 219-232 (1998).

- Escribá, E. A., Sánchez, P. L., y Sánchez, P. E. *Moderating influences on the firm's strategic orientation-performance relationship*. *International Small Business Journal*, 26(4), 463-489 (2008).
- Eustat. *Panorama de la industria Vasca 2015*. (2015).
- Francalanci, C., y Galal, H. *Information technology and worker composition: Determinants of productivity in the life insurance industry*. *MIS quarterly*, 227-241 (1998).
- García, O. A. L., López, J. I. I., y Epalde, J. G. *Factores que afectan la relación entre diversificación y rendimiento. Revisión de la literatura*. *Dirección y Organización*(57), 4-18 (2015).
- Geringer, J. M., & Hebert, L. *Measuring performance of international joint ventures*. *Journal of International Business Studies*, 22(2), 249-263 (1991).
- Ghobadian, A., y O'Regan, N. *The impact of ownership on small firm behaviour and performance*. *International Small Business Journal*, 24(6), 555-586 (2006).
- Guzmán, G. M., Serna, M. d. C. M., de Lema, D. G. P., Enríquez, L. A., y Adame, M. G. *La influencia de las TICs en el rendimiento de la PyME de Aguascalientes*. *Investigación y Ciencia*, 18(47), 57-65 (2010).
- Hitt, M., Ireland, D., y Hoskisson, R. *Administración estratégica. Competitividad y globalización*. Conceptos y casos (séptima edición). Thomson. México, DF, México (2008).
- Hoskisson, R. E., y Hitt, M. A. *Antecedents and performance outcomes of diversification: A review and critique of theoretical perspectives*. *Journal of Management*, 16(2), 461-509 (1990).
- Hu, T., Zhang, X., y Teng, W. Y. *Understanding Information Technology Configuration in Business Diversification: A Political View*. *Information Technology Journal*, 10(3), 470-477 (2011).
- Jacks, T., Palvia, P., Schilhavy, R., y Wang, L. *A framework for the impact of IT on organizational performance*. *Business Process Management Journal*, 17(5), 846-870 (2011).
- Khan, M. W. J., Khalique, M., y Nor, R. M. *Exploring the Measurements of Organizational Performance*. *Market Forces College of Management Sciences*, IX(2) (2014).
- Leon, O., Igartua, J. I., y J., G. *The relationship between the use of information and communication technologies and the level of intrapreneurship culture of SMEs* Paper presented at the INTED2016 Valencia Spain. (2016)
- Li, G., Yang, H., Sun, L., y Sohal, A. S. *The impact of IT implementation on supply chain integration and performance*. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.07.017>. *International Journal of Production Economics*, 120(1), 125-138 (2009).
- Li, Q., Wang, W., Lou, Y., Cheng, K., y Yang, X. *Diversification and Corporate Performance: Evidence from China's Listed Energy Companies*. *Sustainability*, 8(10), 983 (2016).
- Liu, Y., y Ravichandran, T. *A comprehensive investigation on the relationship between information technology investments and firm diversification*. *Information Technology and Management*, 9(3), 169-180 (2008).
- Liu, Y., Ravichandran, T., Han, S., y Hasan, I. *Complementarities between IT and firm diversification and performance implications*. Paper presented at the Proceedings of the 39th International Conference on System Sciences Hawaii.(2006)
- Lumpkin, G. T., y Dess, G. G. *Clarifying the entrepreneurial orientation construct and linking it to performance*. *Academy of Management Review*, 21(1), 135-172 (1996).

- Luo, Y., y Bu, J. *How valuable is information and communication technology? A study of emerging economy enterprises*. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jwb.2015.06.001>. *Journal of World Business*, 51(2), 200-211 (2016).
- McNurlin, B. C., Sprague, R. H., y Bui, T. X., *Information systems management in practice*: Prentice-Hall International. (1989).
- Melville, N., Kraemer, K., y Gurbaxani, V. *Review: Information technology and organizational performance: An integrative model of IT business value*. *MIS quarterly*, 28(2), 283-322 (2004).
- Miller, D. J. *Firms' technological resources and the performance effects of diversification: a longitudinal study*. *Strategic Management Journal*, 25(11), 1097-1119 (2004).
- Miller, D. J. *Technological diversity, related diversification, and firm performance*. *Strategic Management Journal*, 27(7), 601-619 (2006).
- Palich, L. E., Cardinal, L. B., y Miller, C. C. *Curvilinearity in the diversification–performance linkage: an examination of over three decades of research*. *Strategic Management Journal*, 21(2), 155-174 (2000).
- Park, K., y Jang, S. *Effect of diversification on firm performance: Application of the entropy measure*. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhm.2011.03.011>. *International Journal of Hospitality Management*, 31(1), 218-228 (2012).
- Peinado, L. S., y Menguzzato, M. *Un modelo simultáneo para las decisiones clave de la diversificación empresarial*. *Cuadernos de economía y dirección de la empresa*(29), 161-192 (2006).
- Porter, M. E., y Millar, V. E. *How information gives you competitive advantage*: Harvard Business Review, Reprint Service (1985).
- Powell, T. C., y Dent-Micallef, A. *Information technology as competitive advantage: The role of human, business, and technology resources*. *Strategic Management Journal*, 18(5), 375-405 (1997).
- Purkayastha, S. *Diversification Strategy and Firm Performance: Evidence from Indian Manufacturing Firms*. *Global Business Review*, 14(1), 1–23 (2013).
- Ramírez, L. M., y López, A. T. *Orientación estratégica y desempeño de negocios artesanales afectados por crisis en Oaxaca, México*. *Revista Venezolana de Gerencia*, 19(65) (2014).
- Ravichandran, T., Liu, Y., Han, S., y Hasan, I. *Diversification and firm performance: Exploring the moderating effects of information technology spending*. doi: 10.2753/mis0742-1222250407. *Journal of Management Information Systems*, 25(4), 205–240. (2009).
- Ray, G., Xue, L., y Barney, J. B. *Impact of information technology capital on firm scope and performance: The role of asset characteristics*. *Academy of Management journal*, 56(4), 1125-1147 (2013).
- Rumelt, R. P. *Strategy, structure, and economic performance*. Harvard University Press, Cambridge. MA. (1974).
- Ruzgar, N. S., Kocak, A., y Ruzgar, B. *Moderating Role of Competitive Intensity on Market and Entrepreneurial Orientation*. *WSEAS TRANSACTIONS ON BUSINESS and ECONOMICS*, 12 (2015).
- Sanchez, B. M. J., y Usero, B. *How may the nature of family firms explain the decisions concerning international diversification?* *Journal of Business Research*, 67(7), 1311–1320 (2013).

- Sánchez, P. L., y Menguzzato, B. M. *Antecedents of entry mode choice when diversifying*. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indmarman.2008.05.003>. *Industrial Marketing Management*, 38(8), 971-983 (2009).
- Sandulli, F. D., Fernández-Menéndez, J., Rodríguez-Duarte, A., y López-Sánchez, J. I. *The productivity payoff of information technology in multimarket SMEs*. doi: 10.1007/s11187-010-9297-0. *Small Business Economics*, 39(1), 99-117 (2012).
- Sharma, R. (2013). *An Appraisal of Internet Business Models as a Research Paradigm Innovation in the High-Tech Economy* (pp. 35-51): Springer.
- Shin, N. *The impact of information technology on the financial performance of diversified firms*. doi: 10.1016/j.dss.2004.10.003. *Decision Support Systems*, 41(4), 698-707 (2006).
- Shin, N. *Information technology and diversification: how their relationship affects firm performance*. *International Journal of e-Collaboration*, 5(1), 69-83 (2009).
- Steven, M. *Can information technology enable profitable diversification? An empirical examination*. doi: 10.1016/j.jengtecman.2007.05.006. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 24(3), 167-185 (2007).
- Stimpert, L. J., y Duhaime, I. M. *Seeing the big picture: The influence of industry, diversification, and business strategy on performance*. *Academy of Management journal*, 40(3), 560-583 (1997).
- Tanriverdi, H. *Information technology relatedness, knowledge management capability, and performance of multibusiness firms*. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 29(2), 311-334 (2005).
- Tanriverdi, H. *Performance effects of information technology synergies in multibusiness firms*. *MIS quarterly*, 30(1), 57-77 (2006).
- Weill, P. *The relationship between investment in information technology and firm performance: A study of the valve manufacturing sector*. *Information Systems Research*, 3(4), 307-333 (1992).
- Wrigley, L. (1970). *Divisional autonomy and diversification*. (Doctoral dissertation), Harvard University.
- Xue, L., Ray, G., y Sambamurthy, V. *The impact of supply-side electronic integration on customer service performance*. *Journal of Operations Management*, 31(6), 363-375 (2013).

## Factores clave en el desarrollo de la capacidad emprendedora de estudiantes universitarios

CASTILLO-VERGARA, MAURICIO

Departamento de Ingeniería Industrial

Universidad de La Serena (Chile)

Correo electrónico: mhcastillo@userena.cl

ÁLVAREZ-MARÍN, ALEJANDRO

Departamento de Ingeniería Industrial

Universidad de La Serena (Chile)

Correo electrónico: aalvarez@userena.cl

ALFARO-CASTILLO, MAURICIO

Departamento de Ciencias Económicas y Empresariales, Facultad de Ciencias Sociales

Universidad de La Serena (Chile)

Correo electrónico: malfaroc@userena.cl

SÁNCHEZ HENRÍQUEZ, JORGE

Escuela de Auditoría e Ingeniería en Control de Gestión

Facultad de Economía y Negocios

Universidad de Talca (Chile)

Correo-e: jsanchez@utalca.cl

PIZARRO QUEZADA, IGNACIO

Escuela de Auditoría e Ingeniería en Control de Gestión

Facultad de Economía y Negocios

Universidad de Talca (Chile)

Correo-e: ipizarro@utalca.cl

### RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo explorar los factores claves que pueden afectar la capacidad emprendedora en estudiantes de Centros de Educación Superior (CES). Una vez establecidos los factores, estos fueron agrupados en internos y externos a los CES, posteriormente el método AHP fue aplicado para determinar los pesos relativos de cada uno de los criterios a grupos de expertos pertenecientes a diversas disciplinas y países de Latinoamérica. Mediante el consenso de los expertos, los resultados indican que factores internos que en mayor medida influyen en el emprendimiento de sus estudiantes son “Espíritu Empresarial”, “Experiencia Laboral” y “Realización de cursos específicos” y, como factores externos, afectan en mayor medida “Las Redes”, “Amigos” y “Ámbito de desarrollo”. Los resultados del estudio pueden ser utilizados como referencia importante para los establecimientos de educación, para definir estrategias en base a estos factores, que ayuden a mejorar los ecosistemas al interior de sus centros, potenciando de manera efectiva la capacidad emprendedora de sus alumnos.

**Palabras claves:** emprendimiento; centros de Educación Superior; capacidad emprendedora; ecosistema emprendedor.

**Clasificación JEL:** I23; M13; M14.

**MSC2010:** 91B06.

Artículo recibido el 12 de junio de 2017 y aceptado el 28 de septiembre de 2017.

# Key Factors in the Development of Entrepreneurial Capacity of University Students

## ABSTRACT

This study aims to explore the key factors that may affect the entrepreneurial capacity of students of Higher Education Centers (CES). Once the factors were established, these were grouped into internal and external to the ESCs, then the AHP method was applied to determine the relative weights of each of the criteria to groups of experts belonging to different disciplines and Latin American countries. Through the consensus of the experts, the results indicate that internal factors that most influence the entrepreneurship of their students are “Entrepreneurial Spirit”, “Work Experience” and “Performance of specific courses” and, as external factors, affect to a greater extent “The Networks”, “Friends” and “Scope of development”. The results of the study can be used as an important reference for educational establishments, to define strategies based on these factors, which help to improve ecosystems within their centers, effectively enhancing the entrepreneurial capacity of their students.

**Keywords:** Entrepreneurship; Higher Education centers; entrepreneurial capacity; entrepreneurial ecosystem.

**JEL classification:** I23; M13; M14.

**MSC2010:** 91B06.



## 1. Introducción.

La economía empresarial se define como una economía en la que el desempeño económico está relacionado con la innovación distribuida y el surgimiento y crecimiento de empresas innovadoras (Thurik *et al.*, 2013). Desde el trabajo seminal de Schumpeter, la innovación y emprendimiento se consideran un importante motor de crecimiento económico y bienestar. Los países y regiones que acumulan competencias fuertes en innovación son más productivas, crecen más rápido, y alcanzan mayores niveles de ingreso per cápita (Leten *et al.*, 2014), el emprendimiento es un hito en el camino hacia el progreso económico, y hace una gran contribución a la calidad y la esperanza futura de un sector, de la economía o incluso de un país (Ribeiro and Huarng, 2013). Dragan y Isaic-Maniu (2012) afirman que la creación de nuevas empresas y la consolidación del sector privado en la economía es un medio seguro para aumentar el desempeño económico; es más, las soluciones de mercado como el emprendimiento ofrecen la mejor oportunidad para crear un cambio sustancial y significativamente positivo también dentro de la configuración de la pobreza (Bruton *et al.*, 2013). La capacidad emprendedora puede ser indicada como una actividad que implica el descubrimiento, evaluación y utilización de las oportunidades para introducir nuevos productos y/o servicios al mercado (Huarng, 2013), según (Tarapuez and Botero, 2007) se alude indistintamente a la capacidad empresarial y a la emprendedora. Innovación significa establecer nuevas formas de producción, combinar factores de una forma novedosa o realizar nuevas combinaciones (Toca, 2010). En esto, un punto de vista emprendedor actualizado aplicado a los negocios y la gestión, es fundamental para alcanzar el objetivo de la innovación (Gündoğdu, 2012), de ahí la estrecha relación entre ambos conceptos.

Las universidades desempeñan un papel clave en la formación de capital humano, y también proporcionan nuevos conocimientos que probablemente tendrán un impacto positivo en los ecosistemas de innovación y emprendimiento en sus regiones. En este sentido, las universidades deben dar respuestas inmediatas a las necesidades de la industria (Berbegal-Mirabent *et al.*, 2013), las universidades son también impulsores de la difusión del conocimiento, ya que pueden ejercer una fuerte influencia sobre los ecosistemas regionales de innovación y emprendimiento mediante la creación de interacciones con las empresas locales o actores económicos (Janeiro *et al.*, 2013), y el capital humano obtenido a través de la educación se ha demostrado que es uno de los pilos más fuertes de rendimiento del emprendimiento (Millán *et al.*, 2013). Las universidades deberían considerar además como objetivos estratégicos crear riqueza mediante la inversión en los negocios, mediante la construcción de vínculos, alianzas con empresas tecnológicas o mediante la creación de nuevas empresas a través del emprendimiento académico (Yıldırım and Aşkun, 2012). Aun cuando O'Connor (2013) señala que las habilidades y capacidades emprendedoras son un elemento esencial para un sistema de innovación, reconoce que no hay pruebas sólidas de que la educación empresarial se correlaciona con cualquier ejecución posterior.

### *Emprendimiento en Latinoamérica*

El Global Entrepreneurship Monitor (GEM) es hoy día el más extenso proyecto internacional de investigación académica sobre emprendimiento que ha analizado desde el año 1999 a más de 100 economías del mundo (Amorós, 2011), y si bien dentro del proyecto GEM los países de América Latina se han caracterizado por presentar en promedio, mayores niveles en diversos indicadores de aspiración emprendedora (Kelley *et al.*, 2011), uno de los aspectos recogidos en dicho instrumento analiza el contexto para emprender en estos países, en particular la educación.

Para el caso de la educación superior en Chile, si bien no se observa una situación tan crítica como en las primeras etapas educativas (primaria y secundaria), un 63% de los expertos considera que la dedicación que las universidades y centros de enseñanza para fomentar el espíritu empresarial y la creación de empresas no es adecuada ni es de calidad. En ese sentido, el énfasis de estas instituciones educacionales estaría concentrada en cubrir principalmente aspectos más técnicos de las respectivas carreras, más que en fomentar aspectos transversales que fomentan el emprendimiento (Amorós and Acha, 2014). En Argentina, son también las enseñanzas primarias y secundarias las que dedican poca atención al espíritu emprendedor y la creación de empresas, y solo el 21% de los expertos considera que las universidades y CES proporcionan una preparación adecuada y de calidad para la creación de nuevas empresas y el crecimiento de las establecidas (De Torres, 2012). La situación no es muy diferente en Bolivia, cuando se evalúa la educación emprendedora a nivel de formación profesional y de universidad; al respecto, un poco más del 50% de los entrevistados considera que, en general, la formación en administración, dirección y gestión de empresas, proporciona una preparación adecuada y de calidad para la creación de nuevas empresas y el crecimiento de las establecidas. Cuando se precisa la medición respecto a las universidades y centros de enseñanza superior, la valoración baja y solo un 35% de los entrevistados considera positivamente este indicador (Fernandez, 2011). Los expertos en Brasil discuten sobre la necesidad de ampliar la educación empresarial no sólo en el nivel superior, sino también en el primer y segundo grados. Las universidades aún están formando sus alumnos más centrados en ser empleados que con una visión empresarial (De Souza *et al.*, 2012).

Para los expertos en Colombia, hay una significativa falta de formación en el desarrollo del espíritu emprendedor y las competencias empresariales. Si la educación empresarial real no está incorporada en los planes de estudio de la mejor manera posible, los resultados que la ley 1014<sup>1</sup> ha formulado, desarrollará frustración e insatisfacción en los jóvenes que quieran ser emprendedores (Varela *et al.*, 2013). Si bien la percepción de los expertos en Perú sobre la educación emprendedora en los niveles de la educación básica ha mejorado en todos los aspectos evaluados respecto desde año 2011, continúa en un nivel negativo. A pesar de que en esta evaluación se aprecia un mayor interés en el desarrollo del espíritu emprendedor, todavía existen deficiencias en estimular la creatividad, la autosuficiencia, la iniciativa personal, y la adquisición de conocimientos en economía y en emprendimiento (Serida *et al.*, 2012). En Ecuador los expertos estiman que la educación en general y el entrenamiento específico en emprendimiento se han reconocido como un factor que impulsa la creación de empresas. Se considera que a nivel de educación superior se ha avanzado, sin embargo, aún falta introducir el enfoque en los niveles primarios y de bachillerato (Lasio *et al.*, 2013). Lo mismo sucede en Venezuela, pues de acuerdo con los expertos consultados, los principales retos en materia educativa vienen asociados con los niveles básicos de la educación, es decir, las primeras etapas del sistema educativo formal, mientras que las etapas superiores obtienen una calificación relativamente mejor (Auletta *et al.*, 2011).

Con esta situación en Latinoamérica, nos proponemos como objetivo utilizar la metodología de jerarquización AHP, para determinar mediante un panel de expertos asociados a la educación superior y el emprendimiento, cuáles son los factores que en mayor o menor medida influyen en la capacidad emprendedora de estudiantes pertenecientes a los CES.

---

<sup>1</sup> Congreso de la República de Colombia (2006). Ley 1014 de 2006 de fomento a la cultura del emprendimiento. Colombia.

## 2. Metodología.

El proceso analítico Jerárquico (AHP) es un método multicriterio desarrollado por Saaty (1977), el que, desde su creación se ha utilizado con éxito en diversas ocasiones (Abreu *et al.*, 2000). El método se caracteriza por su simplicidad y robustez, lo que permite su aplicación, la que se extiende a varias áreas, incluyendo: planificación estratégica, marketing, evaluación de nivel de consenso grupal, elección de la financiación en el transporte aéreo, la calidad y la productividad y análisis de proyectos de software (Ali *et al.*, 2014).

El método consiste en dar prioridad a la importancia relativa de una lista de criterios (factores), a través de comparaciones por pares entre los factores por los expertos pertinentes, utilizando una escala de nueve puntos como se observa en la Tabla 1.

**TABLA 1. La escala fundamental utilizado para las comparaciones por pares en AHP**

La intensidad de la importancia	Definición
9	Importancia extrema
8	Muy fuerte a extrema
7	Muy fuerte importancia
6	Fuertemente a muy fuerte
5	Fuerte importancia
4	Moderadamente a la fuerte
3	Importancia moderada
2	Igualmente a moderadamente
1	La misma importancia

Fuente: Arquero, Alvarez, & Martinez, 2009

Sea  $C = \{C_j | j = 1, 2, \dots, n\}$  el conjunto de criterios. Los resultados de la comparación de los pares en  $n$  criterios se puede resumir en una matriz de evaluación  $A$  ( $n \times n$ ) en el que cada elemento  $a_{ij}$  ( $i, j = 1, 2, \dots, n$ ) es el cociente de pesos de los criterios (Ali *et al.*, 2014).

El proceso matemático comienza a normalizarse y encuentra los pesos relativos de cada matriz, como lo indica la ecuación (1).

$$Aw = \lambda_{max} * w \quad (1)$$

La calidad de los resultados del método AHP está estrictamente relacionada con la consistencia de los juicios de comparación por parejas, la consistencia se define por la relación entre las entradas de  $A$  (ecuación 2) y el índice de consistencia  $IC$  (ecuación 3).

$$a_{ij} * a_{jk} = a_{ik} \quad (2)$$

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \quad (3)$$

La relación consistencia final (RI) (ecuación 4), sobre la base de los cuales se puede concluir si las evaluaciones son suficientemente consistentes, se calcula como la relación del  $IC$  y el índice

aleatorio, denominado CA (Tabla 2). Como regla general, un valor de RI de 10% o menos se considera aceptable. De otra manera, se recomienda realizar re-observaciones para resolver inconsistencias en las comparaciones por pares (Zahedi, 1986).

$$RI = IC / CA \quad (4)$$

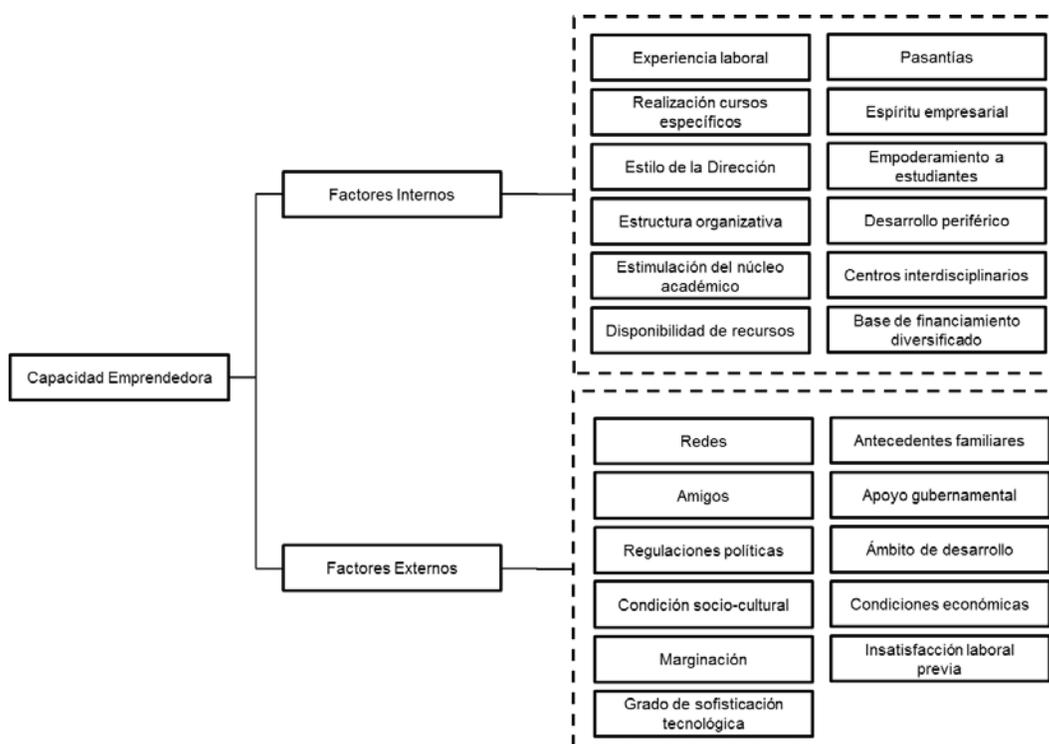
**TABLA 2. Índices aleatorios en función del tamaño matricial (n)**

Tamaño de la Matriz (n)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Consistencia Aleatorio (CA)	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54

Fuente: Zahedi, 1986

### Factores

Se define que existe un ecosistema transformador interno y externo a los CES para fomentar el emprendimiento (Cabana-Villca *et al.*, 2013), a partir de los cuales se agrupan en estas dos dimensiones los factores que pertenecen a cada ecosistema, los que han sido identificados en investigaciones anteriores por diversos autores, en la figura 1 se presenta el esquema jerárquico.



**Figura 1. Esquema Jerárquico de Factores. Elaboración propia**

Respecto a los factores internos considerados, se señalan a continuación:

- Experiencia laboral: Conocimiento adquirido en el desarrollo de un trabajo relacionado en empresas familiares o pymes; en el caso que los alumnos que tengan esta experiencia,

desarrollen una mayor vocación emprendedora (Leiva *et al.*, 2014; Agarwal and Shah, 2014; Peterman and Kennedy, 2003; Eurostat, 2012).

- Pasantías: Realización de prácticas o pasantías que estimulen y determinen un cambio en la mentalidad de los estudiantes relacionado con su vocación emprendedora (Zhao, 2013; Alpert *et al.*, 2009; Eurostat, 2012).
- Realización cursos específicos: Los CES realizan cursos o talleres que tengan relación con el desarrollo de las habilidades de un emprendedor y si los alumnos tienen la posibilidad de participar independiente de la carrera que se estudie (Morales Parragué, 2009; Moberg, 2014; Zamri and Zuraidah, 2012; Lans *et al.*, 2014; Martin *et al.*, 2013; Eurostat, 2012).
- Espíritu empresarial: Interacción del desarrollo de aptitudes emprendedoras y oportunidades en el medio para generar nuevos emprendimientos (Galindo and Echavarría, 2011; Kuura *et al.*, 2014; Nicolaou and Shane, 2009; Shane and Nicolaou, 2014; Eurostat, 2012; El Harbi and Anderson, 2010; Martin *et al.*, 2013).
- Estilo de la dirección: Apoyo que se entrega a los estudiantes de parte de la dirección de los CES para el desarrollo de emprendimientos y aprovechamiento de oportunidades (Clarysse *et al.*, 2011; Sobel and King, 2008; Calantone *et al.*, 2002; Eurostat, 2012).
- Empoderamiento a estudiantes: Estimulación de la toma de decisiones participativa dentro de la carrera, lo que permite estimular la aptitud de liderazgo (Robinson and Shumar; 2014; Eurostat, 2012).
- Estructura organizativa: Tipo de estructura de los CES, ya sea burocrática u orgánica lo cual influye en el desarrollo de un espíritu emprendedor (Donnellon *et al.*, 2014; Clarysse *et al.*, 2011; Sobel and King, 2008; Salmerón and Gómez, 2012; Eurostat, 2012; Wright and Zammuto, 2013).
- Desarrollo periférico: Capacidad que tienen los CES de crear vinculación con el medio externo (Kuura *et al.*, 2014; Eurostat, 2012; Huffman and Quigley, 2002).
- Estimulación del núcleo académico: Iniciativa por parte de los académicos para fortalecer, y mejorar sus capacidades para así despertar o trabajar las capacidades de los alumnos (Vera *et al.*, 2008; Moberg, 2014; Clarysse *et al.*, 2011; Åstebro *et al.*, 2012; Küttim *et al.*, 2014; Huffman and Quigley, 2002; Robinson and Shumar; 2014; Eurostat, 2012).
- Centros interdisciplinarios: Posibilidad de agrupar diversas áreas de conocimiento al interior de un mismo esquema (Eurostat, 2012; Robinson and Shumar, 2014; Landström *et al.*, 2012).
- Disponibilidad de recursos: Disposición y/o inversión de recursos necesarios para desarrollar ideas de nuevos emprendimientos y permite tanto en lo estructural como en lo económico el apoyo para ello (Clarysse *et al.*, 2011; Thai and Turkina, 2014; Eurostat, 2012; Ács *et al.*, 2014).

- Base de financiamiento diversificado: El CES se preocupa de fomentar nuevas fuentes de ingreso que le permita desarrollar programas de emprendimiento y mejorar sus recursos e infraestructura (Agarwal and Shah, 2014; Yen-Chun *et al.*, 2013; Eurostat, 2012; Ács *et al.*, 2014).

Los factores externos considerados son los siguientes:

- Redes: Los CES generan relaciones externas con personas y grupos de personas formales e informales que permiten ampliar el acceso a la información sobre oportunidades, financiamiento o asesorías (Gurrieri, 2013; Dimitratos *et al.*, 2014; Efrat, 2014; Román *et al.*, 2013; Moica *et al.*, 2012; Paul *et al.*, 2014; Kerrick *et al.*, 2014; Heilman and Chen, 2003).
- Antecedentes familiares: Como la familia es el entorno más cercano de cada persona, a la hora de la toma de decisiones depende de la experiencia que tienen los familiares cercanos y el apoyo e influencia que otorgan (Bird and Wennberg, 2014; Kiss *et al.*, 2012; Wright and Zammuto, 2013; Paul *et al.*, 2014; Kerrick *et al.*, 2014; Welsh *et al.*, 2013).
- Amigos: Importancia que generan las opiniones de los amigos y si el sentimiento de competencia entre los pares influye en el apoyo del grupo social cercano (Paul *et al.*, 2014; Kerrick *et al.*, 2014; Huarng and Ribeiro-Soriano, 2014; Heilman and Chen, 2003).
- Apoyo gubernamental: Subsidios, apoyos estatales técnicos y financieros, disminución de la burocracia en la formalización de las empresas y un plan impositivo que favorezca la creación y supervivencia de los nuevos proyectos (O'Connor, 2013; Lee *et al.*, 2013; El Harbi and Anderson, 2010; Kiss *et al.*, 2012).
- Regulaciones políticas: Conjunto de normas y políticas que inciden sobre la creación de empresas y afectan, por ejemplo, las oportunidades de negocios y el acceso a ellas, la adquisición de vocaciones y competencias y el ingreso al mercado (O'Connor, 2013; Lee *et al.*, 2013; El Harbi and Anderson, 2010; Kiss *et al.*, 2012).
- Ámbito de desarrollo: Distintas oportunidades que se otorgan, ya sean económicas y de desarrollo personal dentro del país u entorno, que permitan desarrollar una capacidad emprendimientos (Radosevic and Yoruk, 2013; Hoenen *et al.*, 2014; Bird and Wennberg, 2014; Kiss *et al.*, 2012; Spencer and Gómez, 2004).
- Condición social-cultural: Conjunto de normas y valores de una sociedad, valoración social del emprendedor, actitudes frente al riesgo de fracasar y la presencia de modelos empresariales ejemplares (Bruton *et al.*, 2013; Kiss *et al.*, 2012; Spencer and Gómez, 2004).
- Condiciones económicas: Nivel económico en el que se encuentre la persona y el país (Radosevic and Yoruk, 2013; Bird and Wennberg, 2014; Kiss *et al.*, 2012; Román *et al.*, 2013; Spencer and Gómez, 2004).
- Marginación: Dificultad que una persona o grupo tiene para integrarse o adaptarse a causa de ser de grupos étnicos o de inmigrantes, o tener alguna desventaja económica, profesional, política o social (Román *et al.*, 2013; Heilman and Chen, 2003; Bogan and Darity, 2008).

- Insatisfacción laboral previa: Falta de seguridad en el empleo, imposibilidad de una participación activa, según la experiencia adquirida en la práctica profesional (Román *et al.*, 2013; Spencer and Gómez, 2004).
- Grado de sofisticación tecnológica: Fuente de dinamismo de las industrias por el cambio tecnológico que generan las oportunidades de comercialización de nuevos productos y servicios (Pathak *et al.*, 2013; Hidalgo *et al.*, 2010).

### ***Recolección de Datos***

Las encuestas utilizadas para la recogida de opiniones de los expertos fueron realizadas utilizando la aplicación [www.e-encuesta.com](http://www.e-encuesta.com). Todos los participantes fueron contactados vía mail por parte de los autores, y la selección corresponde a participantes de la Red EmprendeSur, organismo constituido el año 2004 y que tiene por objetivo nuclear a docentes, investigadores, académicos, profesionales y emprendedores interesados en la promoción del Emprendimiento y la Innovación en toda América Latina, quienes para formar parte deben presentar sus antecedentes que los valida como expertos en el área y por otra parte se consideró a participantes del programa de formación en Innovación para actores claves de CORFO (Corporación de Fomento de la Producción, Chile), selección que incorpora a aquellos expertos claves en la región que han fortalecido el emprendimiento en la zona. Se contactó a un total de 80 expertos, obteniendo una tasa de respuesta de 30%, número similar a los utilizados por Nasrollahi, Kazemi y Kamkar, 2017 quienes consideraron 25 expertos. Las encuestas se realizaron en dos etapas (diciembre 2014 y marzo 2015). El cuestionario utilizado en la primera etapa tiene como objetivo jerarquizar los factores, y en la segunda etapa se solicitó realizar la comparación por pares, utilizando el método descrito AHP, tanto para factores internos como factores externos independientes entre sí.

### ***Caracterización de Expertos***

Los expertos como se comentó, están altamente ligados al emprendimiento en el ámbito público y/o privado. Estos se desempeñan en un 29% de los casos como director de carrera en una institución de educación superior, 33% son académicos y/o investigadores, un 17% es director o gerente de un centro de emprendimiento y un 21% es ejecutivo de proyectos de emprendimiento e innovación. Un 58% de ellos son profesionales del área de la ingeniería, y el resto de profesionales corresponden a profesor, relacionador público, diseñador gráfico, enfermera, periodista, kinesiólogo, filósofo, sociólogo, contador, administrador público. Por otra parte, el país donde radican los expertos es Chile (58%), Colombia (24%), Brasil (8%), Perú (4%) y Argentina (4%).

## **Resultados**

### ***Ponderación de factores***

Los resultados del panel de expertos, permiten construir las matrices normalizadas para los factores internos y externos, los que se presentan en las tablas 3 y 4, respectivamente.

**TABLA 3. Matriz Normalizada Factores Internos**

Factores Internos	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12
Espíritu Empresarial (1)	0,23	0,44	0,27	0,25	0,19	0,20	0,16	0,18	0,13	0,10	0,11	0,10
Experiencia laboral (2)	0,08	0,16	0,35	0,27	0,27	0,19	0,18	0,17	0,15	0,15	0,13	0,12
Realización cursos específicos (3)	0,07	0,04	0,08	0,19	0,16	0,15	0,12	0,09	0,10	0,08	0,10	0,09
Estilo de la dirección (4)	0,07	0,04	0,03	0,08	0,15	0,16	0,14	0,11	0,11	0,11	0,09	0,08
Empoderamiento a estudiantes (5)	0,08	0,04	0,03	0,03	0,06	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09
Estimulación del núcleo académico (6)	0,06	0,05	0,03	0,03	0,03	0,05	0,14	0,13	0,11	0,11	0,09	0,07
Centros interdisciplinarios (7)	0,07	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,05	0,10	0,10	0,10	0,08	0,08
Pasantías (8)	0,06	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,10	0,10	0,09	0,07
Desarrollo periférico (9)	0,07	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,09	0,09	0,09
Estructura organizativa (10)	0,08	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,08	0,08
Base de financiamiento diversificado (11)	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,09
Disponibilidad de recursos (12)	0,07	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA 4. Matriz Normalizada Factores Externos**

Factores Externos	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11
Redes (1)	0,26	0,43	0,37	0,27	0,24	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13	0,10
Amigos (2)	0,08	0,13	0,26	0,18	0,21	0,16	0,13	0,13	0,11	0,10	0,11
Ámbito de desarrollo (3)	0,07	0,05	0,10	0,24	0,18	0,17	0,16	0,13	0,11	0,11	0,11
Antecedentes familiares (4)	0,08	0,06	0,04	0,09	0,16	0,15	0,15	0,13	0,10	0,10	0,10
Apoyo gubernamental (5)	0,07	0,04	0,04	0,04	0,07	0,15	0,14	0,15	0,12	0,10	0,10
Condiciones social-cultural (6)	0,07	0,05	0,03	0,03	0,03	0,06	0,13	0,11	0,10	0,08	0,09
Insatisfacción laboral previa (7)	0,07	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,05	0,12	0,13	0,11	0,11
Condiciones económicas (8)	0,08	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,11	0,12	0,08
Regulaciones políticas (9)	0,08	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,09	0,09
Grado de sofisticación tecnológica (10)	0,07	0,05	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,04	0,09
Marginación (11)	0,07	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos manifiestan que no existe inconsistencia para los factores estudiados, como se puede apreciar en la tabla 5, siendo la Razón de Inconsistencia equivalente a 9,53% para factores internos y 9,37% para factores externos. Las tablas 6 y 7 muestran la matriz vector prioridad y matriz  $\lambda$  máx, para factores internos y externos respectivamente.

**TABLA 5. Resultados Razón de Inconsistencia**

	n	$\lambda$ máx	IC	CA	RI
Factores Internos	12	13,61	0,146765	1,54	9,53%
Factores Externos	11	12,41	0,1414563	1,51	9,37%

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA 6. Matriz Vector Prioridad y  $\lambda$  máx Factores Internos y Externos**

Peso Relativo	Factores Internos	$\lambda$ máx	Peso Relativo	Factores Externos	$\lambda$ máx
20%	Espíritu Empresarial	14,17	22%	Redes	12,84
19%	Experiencia laboral	14,48	14%	Amigos	13,12
11%	Realización cursos específicos	14,37	13%	Ámbito de desarrollo	13,08
10%	Estilo de la dirección	14,23	10%	Antecedentes familiares	12,93
8%	Empoderamiento a estudiantes	13,94	9%	Apoyo gubernamental	12,75
7%	Estimulación del núcleo académico	13,75	7%	Condiciones social-cultural	12,52
6%	Centros interdisciplinarios	13,36	7%	Insatisfacción laboral previa	12,06
5%	Pasantías	13,3	6%	Condiciones económicas	11,75
5%	Desarrollo periférico	12,89	5%	Regulaciones políticas	11,71
4%	Estructura organizativa	12,73	4%	Grado de sofisticación tecnológica	11,78
3%	Base de financiamiento diversificado	12,78	3%	Marginación	12,03
2%	Disponibilidad de recursos	13,38			

Fuente: Elaboración Propia

### 3. Discusión.

Con respecto a los factores internos, en primer lugar, con un 20% se encuentra el Espíritu Empresarial, lo que es respaldado por estudios anteriores, como una de las características en común que tienen los emprendedores (Galindo and Echvarría, 2011), que están asociadas a la gestión de proyectos (Kuura *et al.*, 2014) o al capital humano (Martin *et al.*, 2013). También el Espíritu Empresarial es objeto de estudio en este mismo ámbito, relacionándolo con una personalidad creativa (Shane and Nicolaou, 2014), los factores genéticos (Nicolaou and Shane, 2009) y la recomendación de políticas para su promoción (El Harbi and Anderson, 2010).

La Experiencia Laboral se encuentra en el segundo lugar con un 18%, lo que concuerda con que los emprendedores valoraron positivamente su paso como empleados de empresas (Leiva *et al.*, 2014), siendo mencionado como uno de los orígenes de emprendimientos (Agarwal and Shah 2014) y como ésta influye en las percepciones de conveniencia y viabilidad de nuevos proyectos (Peterman and Kennedy, 2003).

El tercer factor interno en importancia es la Realización de Cursos Específicos (con un 11%) el que al colaborar con la instauración de un clima de emprendimiento en las entidades educativas (Morales Parragué, 2009), y si se centra en las habilidades empresariales en contenido y cognitivos (Moberg, 2014), se incentiva la intención emprendedora de sus estudiantes, por lo que la enseñanza superior puede desempeñar un papel importante en el establecimiento de las bases para estos emprendedores sostenibles (Lans *et al.*, 2014). También ha sido fruto de estudios sobre las transformaciones en los procesos de enseñanza relacionados (Zamri and Zuraidah, 2012), así como la formación eficaz del capital humano por medio de la educación y la formación empresarial ha sido motivo de creciente preocupación para los gobiernos (Martin *et al.*, 2013).

Como cuarto factor con un 10% se situó el Estilo de Dirección, el cual ha sido estudiado como componente de la orientación al aprendizaje para determinar su efecto sobre la capacidad de innovación (Calantone *et al.*, 2002) o cómo influye un entorno más empresarial en la educación (Sobel and King, 2008) o el diseño organizativo (Clarysse *et al.*, 2011) en el fomento de la innovación y la creación de competencias.

Con respecto a los factores externos, en el primer lugar se sitúa Redes con un 23%, el que juega un papel estratégico para la creación de oportunidades y nuevos conocimientos a nivel social (Gurrieri, 2013), impactando positivamente en la innovación (Efrat, 2014), el interés empresarial (Kerrick *et al.*, 2014) y el autoempleo (Román *et al.*, 2013). Además la creación de redes en las empresas con socios nacionales e internacionales, aumentan la probabilidad de que éstas se internacionalicen (Dimitratos *et al.*, 2014) y se pueden construir redes de comunicación entre los distintos factores que intervienen en el proceso de innovación (Moica *et al.*, 2012), por lo que se investiga el desarrollo de redes en grupos de empresarios (Paul *et al.*, 2014), aunque éstas serían el resultado de los contactos informales que surgen de forma natural y no por diseño (Heilman and Chen, 2003).

El segundo factor externo en importancia, con un 15 % son los Amigos, el que se sugiere sea estimulado a través de políticas gubernamentales (Paul *et al.*, 2014), ya que forma parte de la red informal en la cual el empresario puede recurrir como apoyo a sus desafíos empresariales (Kerrick *et al.*, 2014; Huarng and Ribeiro-Soriano, 2014).

En cuanto al Ámbito de Desarrollo (tercer factor con un 13%), el contexto regional es un área estudiada para determinar su relación con la creación de empresas y negocios familiares (Bird and Wennberg, 2014) aunque se necesita un enfoque más sistemático de la investigación para mejorar la comprensión de los fenómenos empresariales en una amplia gama de contextos culturales e institucionales (Kiss *et al.*, 2012) e identificar las estructuras institucionales normativas y cognitivos que pueden influir en la actividad empresarial de un país (Spencer and Gómez, 2004). En este ámbito, también se investigan las capacidades empresariales de las unidades de empresas multinacionales en los niveles geográficos intermedios, entre el nivel de la filial local y la sede corporativa global (Hoenen *et al.*, 2014) o la medición del conocimiento intensivo de la capacidad empresarial y las oportunidades empresariales en el ámbito nacional (Radosevic and Yoruk, 2013). Como cuarto factor externo, se encuentran los antecedentes familiares con un 11%, que es considerado como un factor relevante en la creación de empresas (Bird and Wennberg, 2014) y forma parte de la red que los empresarios deben desarrollar para el logro de sus propósitos (Paul *et al.*, 2014), especialmente en las etapas tempranas de los emprendimientos (Kerrick *et al.*, 2014).

#### **4. Conclusiones**

En esta era en que la innovación y emprendimiento son considerados un importante motor de crecimiento económico y bienestar de los países, las instituciones de educación superior son responsables de la formación de profesionales que se adapten a las exigencias de la actual sociedad. La metodología AHP se utilizó para recoger la opinión de expertos en ambos campos relacionados, es decir, emprendimiento y educación, y de esta forma determinar los principales factores que influyen en la capacidad emprendedora. Los resultados pueden ser utilizados como referencia importante para los CES para definir estrategias que ayuden a mejorar los ecosistemas al interior de ellos.

Estas estrategias debieran estar dirigidas a fomentar el espíritu empresarial de los estudiantes, no solo en las carreras asociadas a los negocios o en una asignatura en particular, sino que su desarrollo de forma transversal en las carreras y a lo largo de las mismas, considerando algunos cursos específicos para transferir metodologías y herramientas para el desarrollo del emprendimiento. Estas actividades, pueden relacionarse con problemas reales de empresas del sector, lo que fomentará la experiencia laboral. Para el fomento de los factores externos, es necesario brindar el soporte institucional para la generación de redes que permita el desarrollo y escalamiento de estas actividades, la tarea de las instituciones es desarrollar mecanismos que permitan la construcción de redes y facilitar este proceso a los estudiantes.

Limitaciones al estudio se señalan a continuación, aun cuando se utilizaron aspectos externos y categóricos para la selección del panel de expertos, siempre se puede considerar un sesgo en dicha selección, considerando además que la tasa de respuesta no fue de un 100%. Por otra parte, los resultados pueden no ser representativos de centros de educación primaria o secundaria.

Como recomendaciones para trabajos futuros, este estudio recogió una serie de factores tanto internos como externos, desde la literatura, sin embargo, el estudio del emprendimiento es actualmente amplio, con lo cual resulta inevitable que algunos factores puedan estar omitidos. Entonces, sería recomendable que estudios futuros incorporen otros factores. En segundo lugar, trabajos futuros pueden abordar el análisis del emprendimiento en sus estudiantes, luego de haber generado estrategias en los factores priorizados sobre la base de los resultados de la presente investigación. Por último, el estudio propuesto se puede desarrollar también en otros sujetos de estudio tal como lo son instituciones de educación primaria, instituciones de educación secundaria u organismos de capacitación.

## REFERENCIAS

Abreu, L., Granemann, S., Gartner, I. and Bernardes, R. (2000), "Escolha de um programa de controle da qualidade da água para consumo humano: aplicação do Método AHP", *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Vol. 4 No. 2, pp. 257-262.

Ács, Z., Autio, E. and Szerb, L. (2014), "National Systems of Entrepreneurship: Measurement issues and policy implications", *Research Policy*, Vol. 43 No. 3, pp. 476-494.

Agarwal, R. and Shah, S. (2014), "Knowledge sources of entrepreneurship: Firm formation by academic, user and employee innovators", *Research Policy*, Vol. 43 No. 7, pp. 1109-1133.

Ali, N., Mohammad, H.K. and Majid, G. (2014), "Application of fuzzy AHP method to IOCG prospectivity mapping: A case study in Taherabad prospecting area, eastern Iran", *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol 33, pp. 142-154.

Alpert, F., Heaney, J.G. and Kuhn, K.L. (2009), "Internships in marketing: Goals, structures and assessment - Student, company and academic perspectives", *Australasian Marketing Journal*, Vol. 17 No. 1, pp. 36-45.

Amorós, J. and Acha, A. (2014). Reporte Nacional de Chile 2013 Global Entrepreneurship Monitor-GEM. Universidad del Desarrollo.

Amorós, J. (2011), "El proyecto Global Entrepreneurship Monitor (GEM): una aproximación desde el contexto latinoamericano", *Revista Latinoamericana de Administración*, pp. 1-15.

Arquero, A., Alvarez, M. and Martinez, E. (2009), "Decision management making by AHP (Analytical Hierarchy Process) through GIS data", *IEEE Latin America Transactions*, Vol 7 No. 1, pp. 101-106.

Åstebro, T., Bazzazian, N. and Braguinsky, S. (2012), "Startups by recent university graduates and their faculty: Implications for university entrepreneurship policy", *Research Policy*, Vol, 41 No, 4, pp. 663-677.

Auletta, N., Rodríguez, A. and Vidal, R. (2011), "Reporte Nacional de Venezuela 2010-2011 Global Entrepreneurship Monitor-GEM: Venezuela", *Instituto de Estudios Superiores de Administración*.

Berbegal-Mirabent, J., Lafuente, E. and Solé, F. (2013), "The pursuit of knowledge transfer activities: An efficiency analysis of Spanish universities", *Journal of Business Research*, Vol 66 No. 10, pp. 2051-2059.

Bird, M. and Wennberg, K. (2014), "Regional influences on the prevalence of family versus non-family start-ups", *Journal of Business Venturing*, Vol. 29 No. 3, pp. 421-436.

Bogan, V. and Darity, W. (2008), "Culture and entrepreneurship? African American and immigrant self-employment in the United States", *The Journal of Socio-Economics*, Vol 37 No. 5, pp. 1999-2019.

Bruton, G., Ketchen, D. and Duane, R. (2013), "Entrepreneurship as a solution to poverty", *Journal of Business Venturing*, Vol. 28 No. 6, pp. 683-689.

Cabana-Villca, R., Cortes-Castillo, I., Plaza-Pasten, D., Castillo-Vergara, M. and Alvarez-Marin, A. (2013), "Análisis de Las Capacidades Emprendedoras Potenciales y Efectivas en Alumnos de Centros de Educación Superior", *Journal of technology management y innovation*, Vol. 8 No.1, pp. 65-75.

Calantone, R., Cavusgil, S. and Zhao, Y. (2002), "Learning orientation, firm innovation capability, and firm performance", *Industrial Marketing Management*, Vol. 31 No. 6, pp. 515-524.

Clarysse, B., Tartari, V. and Salter, A. (2011), "The impact of entrepreneurial capacity, experience and organizational support on academic entrepreneurship", *Research Policy*, Vol. 40 No. 8, pp. 1084-1093.

De Souza, S. et al. (2012), "Empreendedorismo no Brasil : 2012", *Global Entrepreneurship Monitor-GEM*.

De Torres, S. (2012), "Reporte Nacional de Argentina 2011 Global Entrepreneurship Monitor-GEM", *Centro de Entrepreneurship, IAE Business School. Universidad Austral*.

Dimitratos, P., Amorós, J., Etchebarne, M.S. and Felzensztein, C. (2014), "Micro-multinational or not? International entrepreneurship, networking and learning effects", *Journal of Business Research*, Vol. 67 No. 5, pp. 908-915.

Donnellon, A., Ollila, S. and Middleton, K.W. (2014), "Constructing entrepreneurial identity in entrepreneurship education", *The International Journal of Management Education*, Vol. 12 No. 3, pp. 490-499.

Dragan, I. and Isaic-Maniu, A. (2012), "The Entrepreneurship Impact on the Dynamic of Macroeconomic Results", *Procedia Economics and Finance*, Vol. 3 No. 4, pp. 515-520.

Efrat, K. (2014), "The direct and indirect impact of culture on innovation", *Technovation*, Vol. 34 No. 1, pp. 12-20.

El Harbi, S. and Anderson, A.R. (2010), "Institutions and the shaping of different forms of entrepreneurship", *The Journal of Socio-Economics*, Vol. 39 No. 3, pp. 436-444.

Eurostat (2012). Available in: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-31-12-758/EN/KS-31-12-758-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-31-12-758/EN/KS-31-12-758-EN.PDF)

Fernandez, M. (2011), "Reporte Nacional de Bolivia 2010 Global Entrepreneurship Monitor-GEM", *Universidad Católica Boliviana*.

Galindo, R. and Echvarría, M.V. (2011), "Diagnóstico de la cultura emprendedora en la escuela de ingeniería de Antioquia", *Revista EIA*, Vol. 15, pp. 85-94.

Gündoğdu, M. (2012), "Re-Thinking Entrepreneurship, Intrapreneurship, and Innovation: A Multi-Concept Perspective", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 41, pp. 296-303.

Gurrieri, A.R. (2013), "Networking entrepreneurs", *The Journal of Socio-Economics*, Vol. 47, pp. 193-204.

Heilman, M.E. and Chen, J.J. (2003), "Entrepreneurship as a solution: the allure of self-employment for women and minorities", *Human Resource Management Review*, Vol 13 No. 2, pp. 347-364.

Hidalgo, A., Molero, J. and Penas, G. (2010), "Technology and industrialization at the take-off of the Spanish economy: New evidence based on patents", *World Patent Information*, Vol. 32 No. 1, pp. 53-61.

Hoenen, A.K., Nell, P.C. and Ambos B. (2014), "MNE Entrepreneurial Capabilities at Intermediate Levels: The Roles of External Embeddedness and Heterogeneous Environments", *Long Range Planning*, Vol 47 No. 1-2, pp. 76-86.

Huang, K. (2013), "A two-tier business model and its realization for entrepreneurship", *Journal of Business Research*, Vol. 66 No. 10, pp. 2102-2105.

Huang, K.H. and Ribeiro-Soriano, D.E. (2014), "Developmental management: Theories, methods, and applications in entrepreneurship, innovation, and sensemaking", *Journal of Business Research*, Vol. 67 No. 5, pp. 657-662.

Huffman, D. and Quigley, J.M. (2002), "The role of the university in attracting high tech entrepreneurship: A Silicon Valley tale", *Attracting high tech entrepreneurship*, Vol. 36, pp. 403-419.

- Janeiro, P., Proença, I. and Gonçalves, V. (2013), "Open innovation: Factors explaining universities as service firm innovation sources", *Journal of Business Research*, Vol. 66 No 10, pp. 2017-2023.
- Kelley, D., Bosma, N. and Amorós, J.E. (2011), "Global Entrepreneurship Monitor 2010 Global Report. Wellesley Mass", *Babson College y Universidad del Desarrollo*.
- Kerrick, S., Cumberland, D., Church-Nally, M. and Kemelgor, B. (2014), "Military veterans marching towards entrepreneurship: An exploratory mixed methods study", *The International Journal of Management Education*, Vol. 12 No. 3, pp. 469-478.
- Kiss, A.N., Danis, W.M. and Cavusgil, S.T. (2012), "International entrepreneurship research in emerging economies: A critical review and research agenda", *Journal of Business Venturing*, Vol. 27 No. 2, pp. 266-290.
- Küttim, M., Kallaste, M., Venesaar, U. and Kiis, A. (2014), "Entrepreneurship Education at University Level and Students' Entrepreneurial Intentions", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 110 No. 24, pp. 658-668.
- Kuura, A., Blackburn, R.A. and Lundin, R.A. (2014), "Entrepreneurship and projects-Linking segregated communities", *Scandinavian Journal of Management*, Vol. 30 No. 2, pp. 214-230.
- Landström, H., Harirchi, G. and Åström, F. (2012), "Entrepreneurship: Exploring the knowledge base", *Research Policy*, Vol. 41 No. 7, pp. 1154-1181.
- Lans, T., Blok, V. and Wesselink, R. (2014), "Learning apart and together: towards an integrated competence framework for sustainable entrepreneurship in higher education", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 62 No. 1, pp. 37-47.
- Lasio, V., Caicedo, G. and Ordeñana, X. (2013), "Reporte Nacional de Ecuador 2012 Global Entrepreneurship Monitor-GEM: Ecuador", *Escuela Superior Politécnica del Litoral*.
- Lee, S.H., Peng, M.W. and Song, S. (2013), "Governments, entrepreneurs, and positive externalities: A real options perspective", *European Management Journal*, Vol. 31 No. 4, pp. 333-347.
- Leiva, J.C., Alegre, J. and Monge, R. (2014), "Los emprendedores surgidos de las empresas multinacionales de inversión extranjera directa: un estudio exploratorio en Costa Rica", *Estudios Gerenciales*, Vol. 30 No. 131, pp. 124-133.
- Leten, B., Landoni, P. and Van Looy, B. (2014), "Science or graduates: How do firms benefit from the proximity of universities?", *Research Policy*, Vol. 43 No. 8, pp. 1398-1412.
- Martin, B.C., McNally, J.J. and Kay, M.J. (2013), "Examining the formation of human capital in entrepreneurship: A meta-analysis of entrepreneurship education outcomes", *Journal of Business Venturing*, Vol. 28 No. 2, pp. 211-224.

Millán, J.M., Congregado, E., Román, C., Van Praag, M. and Van Stel, A. (2013), "The value of an educated population for an individual's entrepreneurship success", *Journal of Business Venturing*, Vol. 29 No. 5, pp. 612-632.

Moberg, K. (2014), "Two approaches to entrepreneurship education: The different effects of education for and through entrepreneurship at the lower secondary level", *The International Journal of Management Education*, Vol. 12 No. 3, pp. 512-528.

Moica, S., Socaciu, T. and Rădulescu, E. (2012), "Model Innovation System for Economical Development using Entrepreneurship Education", *Procedia Economics and Finance*, Vol. 3, pp. 521-526.

Morales Parragué, M. (2009), "El clima de emprendimiento, un determinante clave en la intención emprendedora de los estudiantes de Escuelas de Negocio", *Universidad de Chile. Santiago: Momento Cero*.

Nasrollahi N., Kazemi H. and Kamkar B. (2017), "Feasibility of ley-farming system performance in a semi-arid region using spatial analysis", *Ecological Indicators*, Vol. 72, pp. 239-248.

Nicolaou, N. and Shane, S., (2009), "Can genetic factors influence the likelihood of engaging in entrepreneurial activity?", *Journal of Business Venturing*, Vol. 24 No.1, pp. 1-22.

O'Connor, A. (2013), "A conceptual framework for entrepreneurship education policy: Meeting government and economic purposes", *Journal of Business Venturing*, Vol. 28 No. 4, pp. 546-563.

Pathak, S., Xavier-Oliveira, E. and Laplume, A. (2013), "Influence of intellectual property, foreign investment, and technological adoption on technology entrepreneurship", *Journal of Business Research*, Vol. 66 No. 10, pp. 2090-2101.

Paul, K. C., Hamzah, A., Samah, B. A., Ismail, I. A. and D'Silva, J. L. (2014), "Value of Social Network for Development of Rural Malay Herbal Entrepreneurship in Malaysia", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 130, pp. 59-64.

Peterman, N.E. and Kennedy, J. (2003), "Enterprise Education: Influencing Students' Perceptions of Entrepreneurship", *Entrepreneurship Theory and Practice*, Vol. 28, pp. 129-144.

Radosevic, S. and Yoruk, E. (2013), "Entrepreneurial propensity of innovation systems: Theory, methodology and evidence", *Research Policy*, Vol. 42 No. 5, pp. 1015-1038.

Ribeiro, D. and Huarng, K. (2013), "Innovation and entrepreneurship in knowledge industries", *Journal of Business Research*, Vol. 66 No. 10, pp. 1964-1969.

Robinson, S. and Shumar, W. (2014), "Ethnographic evaluation of entrepreneurship education in higher education; A methodological conceptualization", *The International Journal of Management Education*, Vol. 12 No. 3, pp. 422-432.

Román, C., Congregado, E. and Millán, J.M. (2013), "Start-up incentives: Entrepreneurship policy or active labour market programme?", *Journal of Business Venturing*, Vol. 28 No. 1, pp. 151-175.

Saaty, T. (1977), "A scaling method for priorities in hierarchical structures", *Journal of Mathematical Psychology*, Vol. 15 No. 3, pp. 234-281.

Salmerón, R. and Gómez, S. (2012), "Relación entre los factores institucionales y el emprendimiento: análisis mediante técnicas cuantitativas", *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, Vol. 13, pp. 54-72.

Serida, J., Nakamatsu, K., Borda, A. and Morales, O. (2012), "Global Entrepreneurship Monitor: Perú 2012. – Lima", *Universidad ESAN*.

Shane, S. and Nicolaou, N. (2014), "Creative personality, opportunity recognition and the tendency to start businesses: A study of their genetic predispositions", *Journal of Business Venturing*, Vol. 30 No. 3, pp. 407-419.

Sobel, R. and King, K. (2008), "Does school choice increase the rate of youth entrepreneurship?", *Economics of Education Review*, Vol. 27 No. 4, pp. 429-438.

Spencer, J.W. and Gómez, C. (2004), "The relationship among national institutional structures, economic factors, and domestic entrepreneurial activity: a multicountry study", *Journal of Business Research*, Vol. 57 No. 10, pp. 1098-1107.

Tarapuez, E. and Botero, J. (2007), "Algunos aportes de los neoclásicos a la teoría del emprendedor", *Cuad. Adm. Bogotá (Colombia)*, Vol. 20 No. 34, pp. 39-63.

Thai, M. and Turkina, E. (2014), "Macro-level determinants of formal entrepreneurship versus informal entrepreneurship", *Journal of Business Venturing*, Vol. 29 No. 4, pp. 490-510.

Thurik, A.R., Stam, E. and Audretsch, D.B. (2013), "The rise of the entrepreneurial economy and the future of dynamic capitalism", *Technovation*, Vol. 33 No. 8-9, pp. 302-310.

Toca, C. (2010), "Consideraciones para la Formación en emprendimiento: Explorando nuevos ámbitos y Posibilidades", *Estudios Gerenciales*, Vol. 26 No. 117, pp. 41-60.

Varela, R., Moreno, J.A. and Soler, J.D. (2013), "Global Entrepreneurship Monitor Caribbean: 2012 Colombian National Report", *Cali: Universidad Icesi*.

Vera P., Baquedano, C., Ferrám, Y., Olavarria, S., Parra, E. and de Souza, B. (2008), "Una innovación pedagógica para la formación de universitarios emprendedores", *FAE*, Vol. 11 No. 2, pp. 113-126.

Welsh, D., Memili, E., Rosplock, K., Roure, J. and Segurado, J. (2013), "Perceptions of entrepreneurship across generations in family offices: A stewardship theory perspective", *Journal of Family Business Strategy*, Vol. 4 No. 3, pp. 213-226.

Wright, A. and Zammuto, R.F. (2013), "Creating opportunities for institutional entrepreneurship: The Colonel and the Cup in English County Cricket", *Journal of Business Venturing*, Vol. 28 No. 1, pp. 51-68.

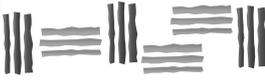
Yen-Chun, J.W., Tsuang, K. and Ju-Peng, S. (2013), "Exploring social entrepreneurship education from a Web-based pedagogical perspective", *Computers in Human Behavior*, Vol. 29 No. 2, pp. 329-334.

Yıldırım, N. and Aşkun, O. (2012), "Entrepreneurship Intentions of Public Universities in Turkey: Going Beyond Education and Research?", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 58 No. 12, pp. 953-963.

Zahedi, F. (1986), "The Analytic Hierarchy Process: A Survey of the Method and Its Applications", *Interfaces*, Vol. 16 No. 4, pp. 96-108.

Zamri, M. and Abdullah, Z. (2012), "An Experience in Transforming Teaching and Learning Practices in Technology Entrepreneurship Course", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 59 No. 17, pp. 164-169.

Zhao, H. (2013), "Turning small business interns into applicants: The mediating role of perceived justice", *Journal of Business Venturing*, Vol. 28 No. 3, pp. 443-457.



## Are the Sovereign CDS Premia Sound Estimators of the Stock Market Returns? Evidence from the Eurozone

NAVARRETE WIC, ANA

Departamento de Economía Financiera y Contabilidad. Facultad de Ciencias  
Empresariales

Universidad Pablo de Olavide (Spain)

E-mail: [anavwic@upo.es](mailto:anavwic@upo.es)

DI PIETRO, FILIPPO

Departamento de Economía Financiera y Dirección de Operaciones

Universidad de Sevilla (Spain)

E-mail: [fdi@us.es](mailto:fdi@us.es)

MARTÍN MARÍN, JOSÉ LUIS

Universidad Pablo de Olavide (Spain)

E-mail: [jlmartin@upo.es](mailto:jlmartin@upo.es)

### ABSTRACT

In this paper, we explore the interconnection and existing relationships between the Sovereign Credit Default Swaps (henceforth, CDS) and the stock markets of the main European countries. Thus, the goal of this paper is to test if the CDS premia can predict the stock market returns of the most relevant economies within the Eurozone, so that, they serve as advanced indicators like mechanisms of price transmission. For this purpose, we apply the Granger Causality test to analyze ten main European stock markets from 2004 to 2016 by using daily data. Our hypothesis is proved to work for the largest economies with liquid CDS markets, whereas the transmission mechanism between CDS and stock prices is not so evident for the smallest ones.

**Keywords:** CDS premia; stock market index return; Granger causality test; Eurozone.

**JEL classification:** G12; G15; C22; C30.

**MSC2010:** 91B84; 91G70; 62M10.

# ¿Son las primas CDS estimadores sólidos de los rendimientos del mercado de valores? Evidencia de la Eurozona

## RESUMEN

En este documento, exploramos la interconexión y las relaciones existentes entre los Soberanos *Credit Default Swaps* (en adelante, CDS) y los mercados bursátiles de los principales países europeos. Por lo tanto, el objetivo de este documento es comprobar si las primas de CDS pueden predecir los rendimientos del mercado de valores de las economías más relevantes dentro de la zona euro, de modo que sirvan como indicadores avanzados como los mecanismos de transmisión de precios. Para este propósito, aplicamos la prueba de Causalidad de Granger para analizar los diez principales mercados bursátiles europeos desde 2004 a 2016 mediante el uso de datos diarios. Se ha demostrado que nuestra hipótesis funciona para las economías más grandes con mercados de CDS líquidos, mientras que el mecanismo de transmisión entre los CDS y los precios de las acciones no es tan evidente para los más pequeños.

**Palabras claves:** primas CDS; rendimiento de índices de mercado; test de causalidad de Granger; eurozona.

**Clasificación JEL:** G12; G15; C22; C30.

**MSC2010:** 91B84; 91G70; 62M10.



## 1. Introduction.

The objective of our study will be to analyze the relationship between the sovereign CDS premia and the stock market returns of the countries that make up the S & P / ISDA Eurozone CDS Index corresponding to ten major economies of the Eurozone.

Specifically, the relationship between the prices of sovereign CDS and a series of prices of certain stock indices, namely France, Germany, Italy, Spain, Belgium, the Netherlands, Austria, Finland, Ireland and Portugal, is measured.

Taking into account the scope of the present study, from the objective point of view, 10 countries, as temporary, more than 12 years, we understand that provide quite solid financial conclusions regarding the causal relationship between CDS at 5 and 10 years and the stock indices considered.

Our study differs from prior studies because it delves into the interrelationships between sovereign CDS and stock indexes, considering a broad temporal spectrum, from 2004 to 2016, which implies a better test and a stronger solidity in the financial conclusions. CDS premia have also been taken into account, both at 5 and 10 years.

In addition, our study is novel since the works so far has focused mainly on countries with stressed economies or emerging economies, but the main economies of the euro area as a whole have been scarcely taken into account.

Our paper introduces the use of causality tests, previously analyzing the stationarity of the data series used, to determine the relation of the prices or returns of the stock assets, namely shares, with those of the sovereign CDS to 5 and 10 years. It should be borne in mind that the fiscal sustainability measures applied by the states of the Eurozone make the risk premia smaller because there is less volatility.

We will use the methodological approach of Granger that is linear, keeping the VAR, Vector of Autoregression, constant.

The idea is to explore the possible direction of the relationship between the premia of sovereign CDS and the returns of the stock market indices using the framework of the Granger (1969) causality test. We use not only the principal

indices of the market but also the sub-indices of the banking and insurance sectors if available and, in other cases, those of the financial sector.

Our principal hypothesis is that the CDS premia may cause, in the sense of Granger, the returns of the stock indices, that is, in some way the movements of the prices of shares. As we shall see, this hypothesis seems to be true when the liquidity of the markets, both sovereign CDS and stocks, is relatively high. But in the case of low liquidity, as in the minor countries of the Eurozone, the results are not clear enough.

## **2. Overview of the existing literature.**

The recent sovereign debt crisis in Europe has exerted its adverse effects worldwide, highlighting the speed and force with which financial contagion can occur across national borders in the international financial system (Aizemann et al., 2011; Gabriel, 2015). The fact that derivatives markets can react more rapidly to news than traditional financial markets could be advantageous for the construction of an asset valuation model based on financial derivatives rather than spot market products (Borgy et al., 2011; Favero and Missale, 2012).

Most of the existing literature on this topic has mainly focused on emerging economies, but less attention has been paid on the Eurozone. As for the review of the literature to date, Brunnermeier and Pedersen (2009) state that the initial fall in asset prices is aggravated if contract settlements increase, driven by the deterioration of the value of the portfolio at market prices. This theory suggests that small disturbances or shocks may involve large indirect effects. Brock et al. (2009) show that the proliferation of hedging instruments can destabilize the markets. The proposition that CDS tends to lower asset prices is demonstrated in Geanakoplos (2010).

The research by Ang and Longstaff (2013) shows that sovereign credit risk has shared simultaneous effects in all countries as a response to major shocks. Their results receive empirical support from Adrian and Brunnermeier (2008), while the presence of systemic sovereign risk is closely associated with financial crises (Bekaert et al., 2013).

On the other hand, Dieckmann and Planck (2012) provide empirical evidence of the phenomena of transferring private risk to the public, due to the global exposure of the banking sector and the rescues in Europe.

Adrian and Brunnermeier (2008) measure the systemic risk, including the banking sector, to provide evidence on the impact of such risk on the formation of assets.

Fong and Wong (2011) also assess sovereign systemic risk based on a small regional sample comprising the eleven largest economies in Asia and the Pacific during the period 2004-2009. Gennaioli et al. (2010) argue that sovereign risk affects banks through exposure to sovereign bonds. Huizinga and Demirguc-Kunt (2013) provide evidence in a large sample of countries that bank CDS spreads are negatively responding to the deterioration of public finances from 2008.

Acharya and Steffen (2013) find that banks in the Eurozone have actively participated, working with member states, during the crisis period, thereby increasing their exposure to sovereign debt, resulting in some cases, in the rescue of some institutions and even bankruptcy for others, Acharya et al., (2011). This represents a significant risk given the size of certain banks. Koy (2017) investigates the daily differentials of CDS in Italy, Ireland, Portugal and Spain, the countries most stressed during the crisis, through three different scenarios, depression, moderate growth and expansion. Blanco et al. (2005) verified that there are differences between CDS prices and credit spreads, both in the long and in the short term, mainly due to errors in the calculation of spreads and the imperfections of the CDS contracts. Zhu (2006) compares bond and CDS market prices and shows the existence of long-term parity, but not in the short-term, due to the responsiveness of CDS premia to changes in the credit conditions.

Apergis and Ajmi (2015) analyze the effects of sovereign risk on asset prices in four economies of the Eurozone (Greece, Ireland, Italy and Spain). They use the Sato et al. (2007) methodology, which introduces an autoregressive model with variables over time, as well as the asymmetric causality test of Hatemi (2012). The empirical results suggest that the presence of CDS influences the price of a certain number of assets, as reflected in the stock indices and the sub-indices of banks and insurance companies. They use a large time series with daily data, from January 2007 to September 2012, in order to capture any potential causal effect of the CDS premia on the four economies analyzed through the indicated variables. In fact, our paper follows the guidelines of the Apergis and Ajmi (2015) contribution.

This paper is structured as follows: Section 1 inform about goals of the paper and the author's contribution to the existing literature, as well as it should

contain research hypothesis; Section 2 provides an overview of the existing literature. Section 3 describes the data and the sample used in our study. In Section 4 the methodological framework and empirical analysis is explained and in Section 5 this analysis and the results are presented finally in Section 6 summarizes the main conclusions.

### **3. Data and Sample**

In our study, we use daily return of the stock market indices of the ten largest countries in the Eurozone: France, Germany, Italy, Spain, Belgium, the Netherlands, Austria, Finland, Ireland and Portugal, during a period that runs from January 2004 to September 2016. In particular, we focused on the following variables:

- Stock market returns.
- Banking sector returns.
- Insurance sector returns.

With respect to the premia of the sovereign CDS, we analyze those for 10-year CDS and 5-year CDS, denominated in USD<sup>1</sup>, and extracted from Datastream Thomson Reuters, as in the case of the stock market returns.

As a result, stock returns have been obtained from the following stock indices and sub-indices, as shown in Table 1. The reason for this empirical analysis is that the daily premia of the CDS provide a more direct measure of sovereign credit risk than the return of the stock indices, since the latter are influenced by the movements of interest rates, changes in supply and demand, lack of liquidity and other factors.

---

<sup>1</sup> The sovereign CDS are generally denominated in dollars and not in euros because, in case of the failure of the debt of a country, the European currency could decline. So this is a way of avoiding a possible exchange risk.

**Table1:** Stock indices and sub-indices.

<b>Country</b>	<b>Market</b>	<b>Indices</b>
<b>France</b>	Euronext Paris	CAC 40 Banks Non-life insurance
<b>Germany</b>	Deutsche Borse	DAX30 Credit banks Insurance
<b>Italy</b>	Borsa Italiana	FTSE MIB40 FTSE Italia banche FTSE Italia Assicurazioni
<b>Spain</b>	BME	IBEX-35 Bancos y Cajas de Ahorro Seguros
<b>Belgium</b>	Euronext Brussels	BEL20 BEL Financial services
<b>The Netherlands</b>	Euronext Amsterdam	AEX 25 AEX Financial services
<b>Austria</b>	Wien Stock Exchange	ATX 20 ATX Financials
<b>Finland</b>	NASDAQ Stock Exchange	OMX H25 OMX Banks
<b>Ireland</b>	Irish Stock Exchange	ISEQ 20 ISEQ Financials
<b>Portugal</b>	Euronext Lisbon	PSI20 PSI Banks PSI Financials

---

Source: Self-compilation

#### 4. Methodological framework and empirical analysis.

In order to analyze the dynamic interactions between the time series of the sovereign CDS premia and the return of stock indices and sub-indices, we conduct a two-step statistical analysis. Firstly, we check if the time series have unit roots through the use of the Augmented Dickey Fuller test (henceforth, ADF), Dickey Fuller (1981) and, secondly, we analyze the causality between the time series by conducting the Granger's causality test.

##### 4.1. Series stationarity analysis.

It is assumed that the correlation is close between the CDS premia and the return of the assets analyzed. This does not mean dependence, but that the long-term trend is in the same direction. In this sense, Granger's causality test helps us to calibrate the potential relationship between CDS premia and stock market returns. Thus, the question is whether both variables move in the same direction, if the differences between them are stable and if there is an explanatory cause-effect relationship. For this purpose, we first analyze the time series to test if they are stationary or non-stationary. It should be noted that, as a previous analysis, the trend of the variables and the corresponding correlogram should be observed. When the process is non-stationary its function of autocorrelation decreases exponentially but very slowly (see Glynn et al., 2007).

I(0) Stationary Series: the price series are fixed. Mean stable value and constant variance. They do not present unit roots.

$$\left. \begin{aligned} E(Y_t) &= \text{constant} \forall t \\ \text{Var}(Y_t) &= \text{constant} \forall t \\ \text{Cov}(Y_{t1}, Y_{t-k}) &= \text{constant} \forall t1 \forall k \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

The ADF test should be applied to both the asset prices and the CDS premia. If the series is non-stationary, applying a first difference can make the series stationary. It would be called an integrated one-order process. Starting from a random walk, we can convert a non-stationary time series to stationary, or I(1), i.e., a non-stationary process whose regular difference of order one is a zero-order stationary process, I(0) (see Badillo et al.,2010).

The ADF test detects the possibility of having to differentiate the series. A series is integrated of order one, I(1), if

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

or

$$X_t = \delta + \phi_1 X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

or

$$X_t = \delta + \beta t + \phi_1 X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

where,  $X_t$  and  $X_{t-1}$ , are the variables,  $\delta$ ,  $\phi_1$  and  $\beta$  parameters and  $\varepsilon_t$  the error term.

If  $\phi_1 = 1$ , the series is non-stationary, but if a first difference is applied, of (2) it follows that if  $\phi_1 = 1$ ,  $\Delta X_t = \varepsilon_t$ .

The ADF test is based on this idea. Therefore, the equation (2) is estimated and the hypothesis to be tested is:

$$H_0: \phi_1 = 1$$

$$H_1: \phi_1 < 1$$

Alternatively, by subtracting  $X_{t-1}$  from both terms of the equation (4), we reach at:

$$\Delta X_t = \delta + \beta t + (\phi_1 - 1) X_{t-1} + \varepsilon_t = \delta + \beta t + \phi_1^* X_{t-1} + \varepsilon_t$$

where,  $\phi_1^* = \phi_1 - 1$ .

Then, the test will be posed as:

$$H_0 : \phi_1^* = 0$$

$$H_1 : \phi_1^* < 0$$

Table 2 shows the ADF test results, when applied to the series of 10-year-CDS premia. By observing this table, we conclude that the value of the t-statistic is lower than the p-value of the MacKinnon table, in absolute terms, at both 0.01 and 0.05 significance level, except for France and Belgium and at 0.10, except for France, Germany and Belgium, MacKinnon, (1991) and Engle and Granger (1991). This means that the series have unitary roots or, in other words, are non-stationary, no rejecting the null hypothesis,  $H_0$ , with the exceptions that we have indicated regarding France, Germany and Belgium. Analogously, Table 3 shows the results of

the ADF test, when applied to the series of 5-year-CDS premia. In this particular case, we have similar results since the value of the t-statistic is lower than the p-value of the MacKinnon table, in absolute terms, at 0.01 and 0.05 except for France and Belgium and at 0.10, except for France, Belgium and Finland.

**Table2:** ADF test for 10-years-CDS.

Country	t-statistic	<i>p-value MacKinnon</i>		
		0.01	0.05	0.10
France	-3.059	-3.430	-2.860	-2.570
Germany	-2.667	-3.430	-2.860	-2.570
Italy	-2.046	-3.430	-2.860	-2.570
Spain	-2.252	-3.430	-2.860	-2.570
Belgium	-3.231	-3.430	-2.860	-2.570
The Netherlands	-1.695	-3.430	-2.860	-2.570
Austria	-2.095	-3.430	-2.860	-2.570
Finland	-2.133	-3.430	-2.860	-2.570
Ireland	-1.533	-3.430	-2.860	-2.570
Portugal	-1.612	-3.430	-2.860	-2.570

Source: Self-compilation

**Table3:** ADF test for 5-years-CDS.

Country	t-statistic	<i>p-value MacKinnon</i>		
		0.01	0.05	0.10
France	-3.211	-3.430	-2.860	-2.570
Germany	-1.457	-3.430	-2.860	-2.570
Italy	-1.970	-3.430	-2.860	-2.570
Spain	-1.850	-3.430	-2.860	-2.570
Belgium	-3.069	-3.430	-2.860	-2.570
The Netherlands	-1.425	-3.430	-2.860	-2.570
Austria	-2.045	-3.430	-2.860	-2.570
Finland	-2.682	-3.430	-2.860	-2.570
Ireland	-1.092	-3.430	-2.860	-2.570
Portugal	-1.293	-3.430	-2.860	-2.570

Source: Self-compilation

**Table4:** ADF test for the stock market indices.

*p-value MacKinnon*

Country	t-statistic	0.01	0.05	0.10
<b>France</b>				
CAC-40	-53.909	-3.430	-2.860	-2.570
Banking index	-49.603	-3.430	-2.860	-2.570
Insurance index	-49.270	-3.430	-2.860	-2.570
<b>Germany</b>				
DAX-30	-52.197	-3.430	-2.860	-2.570
Banking index	-49.103	-3.430	-2.860	-2.570
Insurance index	-52.043	-3.430	-2.860	-2.570
<b>Italy</b>				
FTSE-MBI-40	-53.746	-3.430	-2.860	-2.570
Banking index	-51.369	-3.430	-2.860	-2.570
Insurance index	-39.466	-3.430	-2.860	-2.570
<b>Spain</b>				
IBEX-35	-49.967	-3.430	-2.860	-2.570
Banking index	-47.845	-3.430	-2.860	-2.570
Insurance index	-52.777	-3.430	-2.860	-2.570
<b>Belgium</b>				
BEL-20	-50.662	-3.430	-2.860	-2.570
Banking index	-39.521	-3.430	-2.860	-2.570
<b>The Netherlands</b>				
AEX-25	-53.373	-3.430	-2.860	-2.570
AEX Financial services	-51.237	-3.430	-2.860	-2.570
<b>Austria</b>				
ATX-20	-48.144	-3.430	-2.860	-2.570
ATX Financials	-34.524	-3.430	-2.860	-2.570
<b>Finland</b>				
OMX H25	-53.332	-3.430	-2.860	-2.570
OMX Banks	-51.658	-3.430	-2.860	-2.570
<b>Ireland</b>				
ISEQ-20	-50.441	-3.430	-2.860	-2.570
ISEQ Financials	-47.458	-3.430	-2.860	-2.570
<b>Portugal</b>				
PSI-20	-48.888	-3.430	-2.860	-2.570
PSI Financials	-32.980	-3.430	-2.860	-2.570
PSI Banks	-33.026	-3.430	-2.860	-2.570

Source: Self-compilation

Table 4 shows the results of the ADF test, now applied to the series of market return indices. Returns are calculated from daily price data by taking the

natural logarithm of the ratio of two successive quotes (see Brooks, 2008). In these statistics we conclude that the value of the t-statistic is greater than the p-value of the MacKinnon table, in absolute terms. This means that the series do not have unit roots, or what would be the same, are stationary, rejecting the null hypothesis,  $H_0$ .

Table 5 presents the probability of rejecting the null hypothesis. In the case of France, the level of 0.0297 means that there is a 2,97% probability of rejecting the null hypothesis and incurring in a type I error. When calculating the first difference, there is a zero probability of rejecting the null hypothesis and making a first type error. Therefore, we can conclude that the series has stabilized when differentiating. With regard to the returns of the stock indices, with the level data, the probability of rejecting the null hypothesis being 0, we can conclude that they are stationary series, thus not needing a subsequent differentiation. In the same way, we proceed with the remaining countries, whose results are shown in Table 5.

Finally, in table 6 we use the Philips-Perron test to the first differences of all series as robustness check. The results show clearly the rejecting of the null hypothesis, the series are stationary without any doubt. In summary, we confirm that the yield series of stock indices and sub-indices are stationary, while the series of 5-year and 10-year CDS premia are generally non-stationary, with the exception of some countries.

**Table5:** Probability of rejecting the null hypothesis of non stationarity.

Country		Level (MacKinnon p-value)	1 <sup>st</sup> Difference
<b>France</b>			
10-year CDS	ADF	0.0297	0.0000
5-year CDS	ADF	0.0194	0.0000
Return CAC-40	ADF	0.0000	-----
Return Banks	ADF	0.0000	-----
Return Insurance companies	ADF	0.0000	-----
<b>Germany</b>			
10-year CDS	ADF	0.0800	0.0000
5-year CDS	ADF	0.5548	0.0000
Return DAX-30	ADF	0.0000	-----
Return Banks	ADF	0.0000	-----
Return Insurance companies	ADF	0.0000	-----
<b>Italy</b>			
10-year CDS	ADF	0.2669	0.0000
5-year CDS	ADF	0.3001	0.0000
Return FTSE MIB-40	ADF	0.0000	-----
Return FTSE Banks	ADF	0.0000	-----
Return FTSE Insurance companies	ADF	0.0000	-----
<b>Spain</b>			
10-year CDS	ADF	0.1880	0.0000
5-year CDS	ADF	0.3560	0.0000
Return IBEX-35	ADF	0.0000	-----
Return Banks	ADF	0.0000	-----
Return Insurance companies	ADF	0.0000	-----
<b>Belgium</b>			
10-year CDS	ADF	0.0183	0.0000
5-year CDS	ADF	0.0289	0.0000
Return BEL-20	ADF	0.0000	-----
Return Financial services	ADF	0.0000	-----
<b>The Netherlands</b>			
10-year CDS	ADF	0.4336	0.0000
5-year CDS	ADF	0.5703	0.0000
Return AEX-25	ADF	0.0000	-----
Return Financial services	ADF	0.0000	-----

Country		Level (MacKinnon p-value)	1 <sup>st</sup> Difference
<b>Austria</b>			
10-year CDS	ADF	0.2466	0.0000
5-year CDS	ADF	0.2670	0.0000
Return ATX-20	ADF	0.0000	-----
Return ATX Banks	ADF	0.0000	-----
<b>Finland</b>			
10-year CDS	ADF	0.2314	0.0000
5-year CDS	ADF	0.0772	0.0000
Return OMX H25	ADF	0.0000	-----
Return OMX Banks	ADF	0.0000	-----
<b>Ireland</b>			
10-year CDS	ADF	0.5170	0.0000
5-year CDS	ADF	0.7182	0.0000
Return ISEQ-20	ADF	0.0000	-----
Return ISEQ Banks	ADF	0.0000	-----
<b>Portugal</b>			
10-year CDS	ADF	0.4769	0.0000
5-year CDS	ADF	0.6326	0.0000
Return PSI-20	ADF	0.0000	-----
Return PSI Banks	ADF	0.0000	-----
Return PSI Insurance companies	ADF	0.0000	-----

Source: Self-compilation

**Table 6:** Probability of rejecting the null hypothesis of non stationarity.

Country		1 <sup>st</sup> Difference
<b>France</b>		
10-year CDS	PP	0.0000
5-year CDS	PP	0.0000
Return CAC-40	PP	0.0000
Return Banks	PP	0.0000
Return Insurance companies	PP	0.0000
<b>Germany</b>		
10-year CDS	PP	0.0000
5-year CDS	PP	0.0000
Return DAX-30	PP	0.0000
Return Banks	PP	0.0000
Return Insurance companies	PP	0.0000
<b>Italy</b>		
10-year CDS	PP	0.0000
5-year CDS	PP	0.0000
Return FTSE MIB-40	PP	0.0000
Return FTSE Banks	PP	0.0000
Return FTSE Insurance companies	PP	0.0000
<b>Spain</b>		
10-year CDS	PP	0.0000
5-year CDS	PP	0.0000
Return IBEX-35	PP	0.0000
Return Banks	PP	0.0000
Return Insurance companies	PP	0.0000
<b>Belgium</b>		
10-year CDS	PP	0.0000
5-year CDS	PP	0.0000
Return BEL-20	PP	0.0000
Return Financial services	PP	0.0000
<b>The Netherlands</b>		
10-year CDS	PP	0.0000
5-year CDS	PP	0.0000
Return AEX-25	PP	0.0000
Return Financial services	PP	0.0000

Country		1 <sup>st</sup> Difference
<b>Austria</b>		
10-year CDS	PP	0.0000
5-year CDS	PP	0.0000
Return ATX-20	PP	0.0000
Return ATX Banks	PP	0.0000
<b>Finland</b>		
10-year CDS	PP	0.0000
5-year CDS	PP	0.0000
Return OMX H25	PP	0.0000
Return OMX Banks	PP	0.0000
<b>Ireland</b>		
10-year CDS	PP	0.0000
5-year CDS	PP	0.0000
Return ISEQ-20	PP	0.0000
Return ISEQ Banks	PP	0.0000
<b>Portugal</b>		
10-year CDS	PP	0.0000
5-year CDS	PP	0.0000
Return PSI-20	PP	0.0000
Return PSI Banks	PP	0.0000
Return PSI Insurance companies	PP	0.0000

Source: Self-compilation

## 4.2. Granger causality analysis

The aim of this statistical analysis is to describe the dynamic interactions between the time series as well as to reveal their independent movements.

The Granger test, Granger (1969), uses an extended concept of correlations to find causalities but, despite a positive test result, it should never be concluded that if X causes Y, the variable Y is the effect of X. That is, the existence of a correlation between two variables does not imply causality. That a variable correlates with another does not always imply that one of them is the cause of the other. This is not a cause-effect analysis, a classic type, but a statistical prediction technique. The notion of causality, according to Granger, is related to the idea of predicting one variable using the information of the other, rather than with the concept that one variable sequentially precedes the other. Reaching this point, it is time to explain the causal relationships between the 5-year and 10-year CDS premia and the stock market index returns (the general indices and the sub-indices,

banking and insurance) for the European countries mentioned above from January 2004 to September 2016.

The test consists of checking if the results of one variable are useful to predict another and if this relationship is unidirectional or bidirectional. The Granger causality model is a naturally attractive approximation because the methodology simply requires determining whether the coefficients of the regression model, associated with past and present values, are significant.

In the Granger causality test, the vector of auto-regression, henceforth VAR, is an appropriate approach for those time series that are stationary to be modeled, since the properties of the VAR (expectations, variance and autocorrelation), do not vary over time. We have already mentioned before that the series must be stabilized if they are not stationary originally. With this same methodology, the works of Huizinga and Dermirguc-Kunt (2013), Gennaioli et al. (2010) and Acharya and Steffen (2013) show the bi-directional relationship between sovereigns and banks. Allen and Moessner (2010) shows that this interrelationship causes adverse effects of liquidity on the Eurozone's banks during the crisis, including a significant fall in the interbank lending since mid-2010 (as in Brunnermeier et al., 2009). Brock et al. (2009) and Simsek (2013) provide statistical support to the hypothesis that derivatives predict the behavior of stock markets and, finally Coimbra, (2014), has explicitly modeled the resulting feedback circuit, concluding that an increase in sovereign risk reduces the demand for sovereign bonds, thus raising risk premia.

To proceed, we should compare and deduce whether the current and past behavior of a time series A predict the behavior of a time series B. If the event occurs, it is said that result A causes result B. Then, the behavior is unidirectional. If the explanation happens and also the result B predicts the result A, the behavior is bidirectional, then the result A causes the result B and the result B causes the result A. This type of test allows us to anticipate the outcome in the previous analysis of a regression procedure.

Granger's causal contrast is based on the estimation of the following equations:

$$Y_t = a_0 + \sum_{i=1}^n a_{1i} Y_{t-i} + \sum_{j=0}^m a_{2j} X_{t-j} + \mu_{1t} \quad (5)$$

$$X_t = b_0 + \sum_{i=1}^n b_{1i} X_{t-i} + \sum_{j=0}^m b_{2j} Y_{t-j} + \mu_{2t} \quad (6)$$

where,  $a_0$ ,  $a_{1i}$ ,  $a_{2j}$ ,  $b_0$ ,  $b_{1i}$  and  $b_{2j}$  are parameters,  $\mu_{1t}$  and  $\mu_{2t}$  are terms of random perturbation and “ $n$ ” and “ $m$ ” are the number of lags of the variables included in the contrast.

If we can reject the null hypothesis,  $H_0$ , that  $a_{2j} = 0 (\forall j)$ , we say that the variable X causes the variable Y. The alternative hypothesis is that, at least, one of the  $a_{02j}$  is different from 0. Similarly, if it is possible to reject the null hypothesis that  $b_{2j} = 0 (\forall j)$ , we say that the variable Y is the cause of the variable X. The alternative hypothesis is that, at least, in both cases, we can admit that there is a simultaneous causal relationship between both variables. This is achieved by carrying out the Wald’s F-test for joint significance of the parameters<sup>2</sup>. A first question to tackle, is the order of integration of the series used. To verify if the series show a steady behavior, we verified the presence of unit roots through the ADF contrast. In such case we conclude that the variable X causes the variable Y if we can reject the null hypothesis that  $a_{2j} = 0 (\forall j)$ . Likewise, if it is possible to reject the null hypothesis  $b_{2j} = 0 (\forall j)$ , we say that Y causes X. The decision criteria are stated as follows:

*$H_0$ : The variable stock return is not the cause of the CDS variable. There is no causality.*

*$H_1$ : The variable stock return is the cause of the CDS variable. There is causality.*

Therefore, the possible scenarios are as follows:

- Unidirectional causality: the price of shares (global, banking and insurance) causes the premia of the CDS.
- Unidirectional causality: the premia of the CDS causes the share prices (global, banking and insurance).
- Two-way causality: Feedback between both variables.
- Causal independence: there is no causality between the two variables.

If  $p\text{-value} < 0.5$ , we reject  $H_0$ , that is, the CDS premia cause the market return of the indices.

Tables 6 and 7 present the Granger causality tests, based on four lags<sup>3</sup>, applied to the relationship between 10-year and 5-year CDS, and stock indices and sub-

---

<sup>2 2</sup> For more details see: Lin, J-L. (2007) Notes on testing causality. Retrieved January 13, 2013 from <http://faculty.ndhu.edu.tw>

<sup>3 3</sup> The lags have been setted according to the final prediction error (FPE) and Akaike's information criterion (AIC).

indices. Note that for the largest economies, such as France, Germany, Italy and Spain, CDS premia cause indices whereas, for the remaining countries, the evidence is contradictory.

**Table 7:** Granger causality test with four lags between 10-year-CDS and stock indices.

Stock indices returns do not cause 10 year CDS premia		10 year CDS premia do not cause stock indices returns	
F-statistic (Probability)		F-statistic (Probability)	
		Country	
<b>France</b>			
CDS →CAC-40	2.7275 (0.604)		82.70100 (0.00)
CDS →Banks	4.8736 (0.301)		112.6500 (0.00)
CDS →Insurance companies	5.3173 (0.256)		100.1600 (0.00)
<b>Germany</b>			
CDS →DAX-30	6.7393 (0.15)		25.0820 (0.00)
CDS →Banks	12.3900 (0.15)		27.7460 (0.00)
CDS →Insurance companies	13.0550 (0.011)		25.4020 (0.00)
<b>Italy</b>			
CDS →FTSE MIB-40	5.7294 (0.22)		132.0100 (0.00)
CDS →Banks	4.7517 (0.314)		135.8200 (0.00)
CDS →Insurance companies	6.5420 (0.162)		139.9400 (0.00)
<b>Spain</b>			
CDS →IBEX-35	3.6684 (0.453)		53.4140 (0.00)
CDS →Banks	3.3723 (0.498)		55.7290 (0.00)
CDS →Insurance companies	9.4667 (0.05)		44.7780 (0.00)
<b>Belgium</b>			
CDS ←BEL-20	34.0130 (0.00)		6.7883 (0.148)
CDS ←Banks	20.7730 (0.00)		6.6842 (0.154)
<b>The Netherlands</b>			
CDS ≠AEX-25	2.9489 (0.566)		7.3180 (0.12)
CDS ←Banks	11.1210 (0.025)		6.7450 (0.15)
<b>Austria</b>			
CDS ↔ATX-20	54.6580 (0.00)		20.2340 (0.00)
CDS ↔Banks	50.5410 (0.00)		14.7660 (0.005)
<b>Finland</b>			
CDS ≠OMX H25	3.7606 (0.439)		7.0671 (0.132)
CDS ≠Banks	4.2702 (0.371)		4.9836 (0.289)
<b>Ireland</b>			
CDS →ISEQ-20	3.4685 (0.483)		12.8220 (0.012)
CDS ←Banks	9.9283 (0.042)		6.9926 (0.136)
<b>Portugal</b>			
CDS ←PSI-20	26.7300 (0.00)		1.4741 (0.831)
CDS ←Banks	18.6640 (0.001)		0.59708 (0.963)
CDS ←Insurance companies	18.7000 (0.001)		0.58962 (0.964)

Note:

→, ←Causality direction

↔ Bidirectional causality

≠ Inexistence of causality

Source: Self-compilation

**Table 8:** Granger causality test with four lags between 5-year-CDS and stock indices.

Stock indices returns do not cause 5 year CDS premia		5 year CDS premia do not cause stock indices returns	
F-statistic (Probability)		F-statistic (Probability)	
		Country	
<b>France</b>			
CDS →CAC-40	2.3860 (0.665)		86.9910 (0.00)
CDS →Banks	3.6668 (0.453)		121.4400 (0.00)
CDS →Insurance companies	5.3947 (0.249)		106.7400 (0.00)
<b>Germany</b>			
CDS →DAX-30	6.7413 (0.15)		58.0900 (0.00)
CDS →Banks	22.3920 (0.00)		60.3450 (0.00)
CDS →Insurance companies	17.9180 (0.01)		60.6290 (0.00)
<b>Italy</b>			
CDS →FTSE MIB-40	5.3785 (0.251)		131.1700 (0.00)
CDS →Banks	4.5636 (0.335)		132.5700 (0.00)
CDS →Insurance companies	6.2733 (0.18)		138.0900 (0.00)
<b>Spain</b>			
CDS →IBEX-35	3.8240 (0.43)		34.9440 (0.00)
CDS →Banks	3.2116 (0.523)		32.4480 (0.00)
CDS →Insurance companies	10.1680 (0.038)		34.7460 (0.00)
<b>Belgium</b>			
CDS ←BEL-20	39.7560 (0.00)		6.6261 (0.157)
CDS ←Banks	23.2550 (0.00)		5.4940 (0.24)
<b>The Netherlands</b>			
CDS ≠AEX-25	2.5106 (0.643)		9.3096 (0.054)
CDS ←Banks	9.7925(0.044)		9.1547 (0.057)
<b>Austria</b>			
CDS ↔ATX-20	62.2510 (0.00)		20.2020 (0.00)
CDS ↔Banks	53.3060 (0.00)		15.6230 (0.004)
<b>Finland</b>			
CDS →OMX H25	2.2543 (0.689)		9.6610 (0.047)
CDS ≠Banks	1.4677 (0.832)		5.1508 (0.272)
<b>Ireland</b>			
CDS →ISEQ-20	3.2396 (0.519)		13.0120 (0.011)
CDS ≠Banks	8.1303 (0.087)		6.8158 (0.146)
<b>Portugal</b>			
CDS ←PSI-20	22.1150 (0.00)		0.71978 (0.949)
CDS ←Banks	16.6960 (0.002)		0.75533 (0.944)
CDS ←Insurance companies	16.7680 (0.002)		0.75515 (0.944)

Note:

→, ←Causality direction

↔ Bidirectional causality

≠ Inexistence of causality

Source: Self-compilation

## 5. Final remarks and conclusions

In this paper, we have examined the relationship between the CDS premia and the stock market returns in the Eurozone. In this sense, we find evidence that the CDS premia cause, by conducting the Granger's causality test, the prices or returns of the main indices and sub-indices of the major Eurozone countries such as France, Germany, Italy and Spain. More specifically, in the case of France, the 10-year CDS premia predict the behavior of the CAC-40, the Banking sector index and the Insurance sector index. In the case of Germany, similarly, the 10-year CDS premia help to predict the behavior of the DAX-30, the Banking sector and the Insurance sector indices. In Italy, the 10-year CDS premia anticipate as well the performance of the FTSE MIB-40, the Banking and Insurance indices. And finally, the 10-year CDS premia estimate the behavior of the IBEX-35, the Banking index and the Insurance index for the Spanish market.

The exceptions are for the smallest European economies such as Belgium, the Netherlands, Austria, Finland, Ireland and Portugal where sometimes we find opposite relationships, when the indices and sub-indices cause the CDS premia, or there are some situations of dependence in both directions or even of causal independence.

For the 5-year CDS, behavior patterns are very similar to those observed for 10-year CDS. Once again, for the largest European economies, CDS premia cause the indices and sub-indices of the stock markets and, for smallest ones, cases of opposite causality (indices  $\rightarrow$  CDS), of dependence in both directions and even causal independence are shown. Particularly, for France, the 5-years CDS premia help to predict the behavior of the CAC-40, Banks and Insurance companies stock indices. In the case of Germany, similarly, the 5-year CDS premia anticipate the behavior of the DAX-30, Banks and Insurance companies stock indices. In Italy, the 5-year CDS premia proxy the behavior of the FTSE MIB40, Banks and Insurance companies stock indices. And finally, in the case of Spain, the 5-year CDS premia help to predict the behavior of the IBEX-35, Banks and Insurance companies stock indices.

In a nutshell, we observe a differentiated pattern between the major and minor economies of the Eurozone. The cause may be in the volume and liquidity of CDS markets for the largest economies, presumably higher than for the smallest ones. More liquid CDS markets can serve as an early warning of changes in sovereign credit risk, thus anticipating the stock markets as far as price formation is concerned. On the contrary, less liquid CDS markets may not launch signals as unequivocal as the previous ones.

As for the transmission mechanism between the two markets, the hypothesis may be the following: banks and insurance companies usually have their balance sheets heavily loaded with public debt, especially of the country itself, so that its improvement or deterioration of quality may lead to changes in stock prices. In turn, the sub-indices of banks and insurers may influence the general index in which they tend to have a certain weighting, especially the banking entities. For example, the Spanish market index, IBEX-35, is a highly banked indicator. In short, in the largest economies, characterized by liquid CDS markets these can serve as advance indicators with respect to stock prices. However, in the smallest economies, the transmission mechanism between CDS and stock prices is not so clear.

## 6. References.

Acharya, V.V., Steffen, S., (2013). The “*greatest*” carry trade ever? Understanding Eurozone bank risks. CEPR Discussion Paper, nº 9432.

Acharya, V.V., Drechsler, I., Schnabl, P., (2011). A Pyrrhic victory? Bank bailouts and sovereign credit risk. CEPR Discussion Paper, nº 8679.

Adrian, T., Brunnermeier, MK, (2008). CoVar. Federal Reserve Bank of New York, Staff Report, nº 348 (September).

Aizemann, J., Hutchinson, MM, Jinjara, N., (2011). What is the risk of European sovereign debt default? Fiscal space, CDS spread and market pricing of risk. NBER Working paper nº 17407.

Allen, WA., Moessner, R., (2013). The liquidity consequences of the euro area sovereign debt crisis. BIS. Working paper nº 1302.

Ang, A., Longstaff, F.A, (2013). Systemic sovereign credit risk: Lessons from the U.S. and Europe. Journal of Monetary Economics, 60:493-510.

Apergis, N., Ajmi, A.N. (2015). Systemic Sovereign Risk and Asset Prices: Evidence from the CDS Markets stressed European Economics and nonlinear causality tests. Journal of Economics and Finance, 65:127-143.

Badillo, R., Belaïre, J., Reverte, C., (2010). Spurious rejections by Dickey-Fuller test in the presence of an endogenously determined break under the null. Revista de Métodos Cuantitativos para Economía y la Empresa, Vol. 9. U.P.O: 6-12.

Bekaert, G., Ehrmann, M., Fratzscher, M., Mehl, A., (2013). Global crisis and equity market contagion. NBER Working Paper, n° 17121.

Blanco, R., Brennan, S., March, I., (2005). An empirical analysis of the dynamic relation between investment-grade bonds and credit default swaps. *The Journal of Finance*: 18-32.

Borgy, V., Laubach, T., Mésonnier, JS., Renne, JP., (2011). Fiscal sustainability, default risk and Euro area sovereign bond spreads markets. Banque de France. Working paper n° 350.

Brock, W.A., Hommes, C.H., Wagner, F.O.O, (2009). More hedging instruments may destabilize markets. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 33:1912-1928.

Brooks, C., (2008). *Introductory Econometrics for Finance*, (Second Edition ed.). Cambridge University Press.

Brunnermeier, M., Pedersen, L.H. (2009). Market Liquidity and Funding Liquidity. *The Review of Financial Studies*: 11-21.

Brunnermeier, M., Crockett, C., Goodhart, C., Persaud, A., Shin, H., (2009). The fundamental principles of financial regulation. ICMB-CEPR Geneva Report on the World Economy series.

Coimbra, N., (2014). Sovereign at risk: a dynamic model of sovereign debt and banking leverage. London Business School. Department of Economics.

Dickey, D.A. and Fuller, W.A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the Econometric Society*, 49. 1057-1072.

Dieckmann, S., Plank, T., (2012). Default risk of advanced economies: an empirical analysis of credit default swaps during the financial crisis. *Review of Finance*, 16: 903-934.

Engle, R.F. and Granger, C.W.J., (1991). In long-run economic relationships: Readings in cointegration (Eds). Oxford University Press: 267-276.

Favero, C., Missale, A., (2012). Sovereign spreads in the Euro area: Wich prospects for a Eurobond?. *Economic Policy*, 27:231-273.

Fong, T., Wong, A., (2011). Analysing interconnectivity among economies. *Emerging Markets Review*, 12: 432-442.

Gabriel, V. (2015). Sensitivity, persistence and asymmetric effects in international stock market volatility during the global financial crisis. *Revista de Métodos Cuantitativos para Economía y la Empresa*, Vol. 19. U.P.O: 44-45.

Geanakoplos, J. (2010). Solving the present crisis and managing the leverage cycle. *Federal Reserve Bank of New York Economic Policy Review*: 101-131.

Gennaioli, N., Martin, A., Rossi, S. (2010). Sovereign default, domestic banks and financial institutions. *CEPR Discussion Papers*, nº 7955.

Glynn, J., Perera, N., Verma, R., (2007). Unit root test and structural breaks: A survey with applications. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*. Vol. 3. U.P.O: 65-66.

Granger, C.W.J., (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Journal of the Econometric Society*. 424-438

Hatemi, J.A. (2012). Asymmetric causality test with an application. *Empirical Economics*, 43: 447-456.

Huizinga, H., Demirguc-Kunt, A., (2013). Are banks too big to fail or too big to save? International evidence from equity prices and CDS spreads. *Journal of Banking & Finance*, 37: 875-894.

Koy, A., (2017). *International Credit Default Swaps market during European Crisis*. Springer.

MacKinnon, J.G., (1991). Critical values for cointegration tests. *Queen's Economics Department, Working Paper nº 1227*: 2-4.

Sato, J.R., Morettin, P.A., Arantes, P.R., Amaro J.R. (2007). Wavelet based time-varying vector autoregressive modelling. *Computational Statistics & Data Analysis*, 51: 5847-5866.

Simsek, A. (2013). Speculation and risk sharing with new financial assets. *Quarterly Journal of Economics*, 128:1365-1396.

Zhu, H., (2006). An empirical comparison of credit spreads between the bond market and credit default swaps market. *Journal of Financial Services*: 17-21.



## Uso de TIC y productividad en México: un análisis subsectorial

DÍAZ RODRÍGUEZ, HÉCTOR EDUARDO

Facultad de Economía

Universidad Nacional Autónoma de México (México)

Correo electrónico: [hectoreduardo12@hotmail.com](mailto:hectoreduardo12@hotmail.com)

SOSA CASTRO, MAGNOLIA MIRIAM

Facultad de Economía

Universidad Nacional Autónoma de México (México)

Correo electrónico: [msosac87@hotmail.com](mailto:msosac87@hotmail.com)

CABELLO ROSALES, ALEJANDRA

Facultad de Química

Universidad Nacional Autónoma de México (México)

Correo electrónico: [acr2001mx@yahoo.com.mx](mailto:acr2001mx@yahoo.com.mx)

### RESUMEN

A partir de la adopción masiva de TIC, la investigación sobre el vínculo TIC/crecimiento económico se ha desarrollado de manera importante, tanto en el mundo académico como por parte de gobiernos y organismos de cooperación y desarrollo, encontrando que existe un impacto significativo del uso de TIC sobre el crecimiento. Sin embargo, hacen caso omiso de los determinantes del uso. Ello se hace visiblemente patente en el caso de los estudios realizados para la economía mexicana. El presente estudio analiza los determinantes del uso diferenciado de TIC a nivel subsectorial en México; utilizando análisis factorial, de clúster y análisis econométrico, se encuentra evidencia de que son las capacidades (nivel educativo y madurez organizacional) los que determinan en última instancia el uso de TIC y por lo tanto, la fortaleza del impacto de las TIC sobre la productividad laboral en México.

**Palabras claves:** subsector; TIC; productividad laboral; análisis factorial; análisis de conglomerados; sección cruzada.

**Clasificación JEL:** J24; O47; D24.

**MSC2010:** 62-07; 65S05.

# Productivity and ICT Use in Mexico: A Subsectorial Approach

## ABSTRACT

Since Information and Communication Technologies adoption has grown, research on link of ICT and Economic Growth link has been rapidly developed, both in academic world and by governments and cooperation and development agencies. Research has found that there is a significant impact of the use of ICT on growth; however, it generally ignores the determinants of use. This is clearly visible in the case of studies carried out for the Mexican economy. This paper analyzes the determinants of differentiated use of ICT at subsector level in Mexico. using factor analysis, cluster analysis and econometrics, we find evidence related to the capacity (educational level and organizational maturity) that determines the use of ICT and, therefore, the strength of the impact of ICT on labor productivity in Mexico.

**Keywords:** Subsector; ICT; labor productivity; factor analysis; cluster analysis; cross section.

**JEL classification:** J24; O47; D24.

**MSC2010:** 62-07; 65S05.



## **1. Introducción.**

El auge de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) inició de manera incipiente hace más de 25 años, pero no es hasta hace menos de 10, cuando su adopción comienza a hacerse masiva, tanto por parte de empresas como de usuarios, en países desarrollados y en desarrollo. De manera paralela, el número de estudios que, en distintas latitudes y actividades económicas, analizan los impactos que su adopción genera en diversos ámbitos de la economía, ha crecido también; empresas, gobiernos, organismos de cooperación económica y la academia, han realizado esfuerzos importantes por tratar de entender el alcance de esos impactos, concluyendo tangentemente que, el uso de TIC es capaz de generar cambios en la eficiencia productiva de las economías.

Esa conclusión parece no encajar con la realidad de la economía mexicana ya que, a pesar de que la adopción de TIC ha crecido de manera importante, la productividad y el crecimiento económico, no solo no han crecido en el mismo sentido, sino incluso parecieran ir en dirección contraria. Sin embargo, dado que es el uso, y no la adopción lo que determina ese impacto, el presente estudio tiene como objetivo, analizar el vínculo entre el uso de TIC y los cambios en la productividad en México, mediante el análisis de los determinantes del uso de TIC a nivel de subsector de actividad económica. Se pretende responder a la pregunta de, si los usos de TIC determinan su impacto sobre la eficiencia productiva, ¿qué determina la existencia de distintos usos a nivel de subsector en la economía mexicana?

La hipótesis subyacente es que, son factores como la escolaridad de la fuerza de trabajo, la capacidad de las empresas para alinear las TIC a los procesos productivos y de negocio, y la capacitación en TIC (conjunto denominado aquí como capacidades) los que determinan el tipo de uso que se les da a las TIC y, por lo tanto, los que regulan en última instancia su impacto sobre la productividad.

Si bien, la literatura relacionada analiza de manera importante el impacto del uso de TIC en la eficiencia productiva de las empresas, industrias y países, no ha sido capaz de explicar con suficiente claridad, porque empresas o conjuntos de ellas con niveles de adopción (penetración de TIC) similares, no han experimentado cambios en la productividad proporcionales. En esta dirección, la respuesta dada en la mayoría de las investigaciones, apunta a que es la forma en la que la infraestructura TIC es utilizada, es decir, los usos que se le da a la misma, y no el grado de disponibilidad, lo que determina el impacto de las TIC en las variaciones en la productividad. No obstante, la respuesta es, por demás, parcial, ya que no permite entender cuáles son los factores que determinan que las empresas utilicen de una u otra forma, a la tecnología.

Ello es particularmente relevante para el caso de México, en donde si bien existen algunas investigaciones que apuntan a analizar la relación uso de TIC-Productividad, los esfuerzos por entender qué es lo que determina aquellos usos (y por lo tanto, los determinantes en última instancia de la productividad), son prácticamente inexistentes.

Lo previamente señalado, contribuye a explicar en principio, dos factores relevantes para el caso de México; el primero de ellos es que, como se expone en la revisión de la literatura, el tema no ha sido suficientemente estudiado para el caso de la economía mexicana y el segundo,

es que se añade el estudio de las capacidades, recurrente ausente, como factor determinante del uso de TIC en México. Lo anterior, contribuye a dar una explicación acerca de por qué la mayor adopción de TIC por parte de algunos subsectores no se ha visto reflejada en crecimiento de la productividad más acelerado.

Para lograr los objetivos planteados, se utilizan 3 metodologías complementarias; la primera de ellas es el análisis factorial, que permite simplificar el número de variables utilizadas, colapsándolas en vectores que representan a un conjunto de las variables originales, lo que permite trabajar con número menor de variables, simplificando el análisis sin perder información relevante. La segunda es el análisis de conglomerados, que permite hacer una aproximación al vínculo existente entre los factores estimados y analizar así, características de las unidades de observación, así como la relación de aquellas con la variable explicada. Por último, el análisis econométrico permite validar las relaciones sugeridas por los clústers, así como cuantificar, de manera puntual, el impacto de las variables obtenidas mediante el análisis de factores y la variable dependiente. En conjunto, estas tres metodologías, permiten obtener información vinculada al tipo de actividad económica, acerca de la relación planteada en la propuesta teórica.

Los resultados muestran que, de forma paralela a la infraestructura TIC, existen un conjunto de capacidades (escolaridad de la fuerza de trabajo, capacidad para alinear las TIC a los procesos productivos y de negocio, capacitación en TIC, entre otras), que determinan los usos que las organizaciones dan a la tecnología. Ello, contribuye a explicar en principio, por qué la mayor adopción de TIC por parte de algunos subsectores, no se ha visto reflejada en crecimiento de la productividad más acelerado.

El estudio se encuentra dividido en cinco secciones; en la segunda se realiza una revisión de los estudios relacionados, que permite entender cómo la economía se ha aproximado al estudio del fenómeno; en el apartado tres, se describen las fuentes de información estadística utilizadas, así como la metodología de análisis factorial y análisis de conglomerados, seleccionadas aquí como metodologías de análisis. En el cuarto apartado se analizan los resultados obtenidos y finalmente, en la quinta sección se ofrecen las conclusiones y se revisan las perspectivas de futuros estudios en el tema.

## **2. Estudios relacionados.**

El estudio del vínculo entre tecnología y crecimiento económico tiene sus orígenes en los economistas clásicos (Smith, 1776 y Marx, 1867). No obstante, el desarrollo de estudios más recientes y abundantes en cuanto a número (en buena medida explicado también por la mayor disponibilidad de información) comenzó a tener lugar a finales de la década los cincuenta, con el desarrollo del modelo de Solow (1957). Específicamente, Solow estudia el cambio tecnológico a partir de su impacto en la productividad total de los factores, tomando como punto de origen las dotaciones de capital por trabajador; si el capital por trabajador se incrementa y la productividad se mantiene inalterada, la producción debe experimentar un crecimiento proporcional; en caso contrario, se puede hablar de un cambio en la productividad. En esta dirección, el uso de tecnología constituye un factor que incrementa la productividad.

Esta idea seminal, dio origen a una serie de importantes estudios, que analizaron para diferentes periodos y economías, el impacto de la tecnología y, más recientemente, de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), sobre el crecimiento de la productividad.

Los primeros estudios en esta dirección, si bien, con diferencias de grado fueron desarrollados por: Brynjolfsson (1993 y 1996), Lichtenberg (1995), Brynjolfsson & Hitt (2000), Bresnahan (1997 y 1999), Jorgenson y Stiroh (2000), Jorgenson (2001), Dedrick, Gurbaxani, & Kraemer (2003) y Gordon (2000); sus estudios revelan la existencia de una relación directa entre el uso de TIC, particularmente de computadoras e internet, y el crecimiento de la productividad experimentado en la economía de Estados Unidos a finales del siglo XX.

Bajo esas líneas de estudio, este fenómeno es originado por el doble carácter de las TIC; el primero de ellos, compartido por cualquier tipo de inversión en capital, es la intensificación del capital por trabajador, que permite, entre otras cosas, la automatización de procesos y la sustitución de trabajo por capital. El segundo y más ampliamente estudiado mecanismo es atribuible solo a las inversiones en TIC, y se constituye en su capacidad de reorganizar y transformar procesos productivos, potenciando el crecimiento de la productividad (Argandoña, 2001; Colombo, Croce y Grilli, 2013; Gatautis, 2015; Tarutè y Gatautis, 2014).

Carr (2003) analiza que, a medida que las TIC se difunden y su uso se generaliza, su importancia estratégica se reduce, por lo que para que sigan representando una ventaja competitiva, es necesario que las estrategias de gestión de TIC se modifiquen. En la medida en la que esas estrategias se ven plasmadas en prácticas y usos que las organizaciones hacen de las TIC, los usos, aquí contemplados son un indicador indirecto y medible de esas estrategias.

Investigaciones recientes como las de Youssef *et al* (2014) analizan el vínculo entre TIC, la adopción de prácticas organizacionales y su impacto en el desempeño de los trabajadores para un conjunto de economías europeas; encuentran que el uso de internet y la adopción de prácticas organizacionales está relacionado con un mejor desempeño, no así el uso de computadora. Tres diferencias destacan en relación con presente estudio; el nivel de agregación, el tipo de economía y que el concepto de TIC que usamos aquí, como se menciona en secciones posteriores, comprende un mucho mayor número de tecnologías y servicios que el usado por los autores.

Diferencias en la productividad entre sectores con niveles de adopción TIC similares, comenzaron a motivar investigaciones en torno a los factores alrededor de las inversiones en TIC que potencian o inhiben el crecimiento de la productividad. En esta dirección, Wimble, Singh y Auckland (2015) encuentran que factores industriales (tipo de organización industrial), afectan de manera significativa el vínculo entre uso de TIC y productividad. Balboni, Rovira y Vergara (2011) analizan los determinantes de última instancia entre el impacto de las TIC en la productividad, y encuentran que el papel fundamental lo juegan las capacidades de innovación de las organizaciones y la calidad del capital humano. Por su parte, Ren y Dewan (2015) señalan que el impacto de las TIC en el crecimiento económico, está determinado más que por las propias inversiones, por el tipo de competencia industrial, la regulación del sector TIC y la capacidad industrial para absorber cambios tecnológicos.

La regulación y el uso de políticas públicas constituyen un tercer elemento que contribuye a facilitar la adopción de TIC y posteriormente, generar cambios en la productividad (OCDE, 2012 y Rovira, Santoleri y Stumpo, 2013).

La mayor parte de los estudios anteriormente citados, fueron realizados para economías desarrolladas; la producción de estudios a nivel de América Latina, es mucho menor en número, pero señala aspectos relevantes en cuanto a las características de estas economías; (BID, CEPAL y OEA, 2011) señalan la existencia de un conjunto de características, a lo largo de un sendero evolutivo, que las organizaciones deben recorrer para aprovechar la tecnología y generar crecimiento. Sin esas condiciones, las inversiones corren el riesgo de volverse estériles. Katz, (2009) plantea el debate en función de, si resulta más conveniente en términos de impulso al crecimiento, el uso o la producción de TIC, concluyendo que, dadas las características de las economías latinoamericanas, el esfuerzo en generalizar su uso puede generar un mayor impacto en la competitividad y posteriormente en la productividad.

Aravena, Cavada, y Mulder (2012) utilizan la metodología KLEMS, para explicar el impacto de las TIC en las economías de Argentina, Brasil, Chile y México, y concluyen que, en el periodo 1995-2008, el 12% del crecimiento de la Productividad Total de los Factores (PTF) fue generado por el capital TIC.

Para el caso de México, los estudios del vínculo TIC-productividad son pocos y, en algunos casos, de escasa fiabilidad. No obstante, algunos esfuerzos han sido realizados en este sentido; en 2013, el INEGI (2013) realiza, bajo el auspicio del proyecto LA-KLEMS, un estudio para medir la variación en la productividad total de los factores en México en los años 1990-2011; el estudio concluye que, aunque la PTF promedio del periodo fue negativa (-0.39), la contribución al crecimiento de los activos TIC fue positiva (0.38).

La OCDE (2012) reporta un estudio del impacto de la política regulatoria del sector en México, concluyendo que la misma debe ser modificada de manera drástica, en función de que la alta concentración de mercado crea precios por arriba de aquellos de mercados competidos; ello repercute en una pérdida del excedente del consumidor, y en una baja adopción de TIC, que no contribuye al crecimiento de la productividad.

La revisión de la literatura, evidencia que existe un impacto directo entre uso de TIC y cambios en la productividad; países o actividades económicas con niveles de disponibilidad tecnológica (por ejemplo, penetración de banda ancha) similar, tienen diferencias productivas en función de los usos que dan a esa tecnología. Sin embargo, en ninguno de ellos queda lo suficientemente analizado, cuáles son los factores que determinan las diferencias en los usos. Esa interrogante queda aún más abierta en el caso de México, en donde la cantidad de estudios y vetas de investigación derivadas, es inclusive, más limitada. En esa dirección, la hipótesis de trabajo y que será sometida a contraste mediante el uso de metodologías complementarias, es que lo que determina el uso específico que se da a las TIC, son las capacidades.

#### *Las capacidades como factor de cambio productivo*

A partir del desarrollo y auge de la teoría de crecimiento endógeno, la investigación relacionada con la importancia de la inversión no solo en capital físico, sino también en capital humano como fuentes que potencian el desarrollo de capacidades y posteriormente generan cambios en la productividad, ha adquirido mayor relevancia (Becker, Murphy y Tamura,

1990; Becker, 1994). Dentro del conjunto de capacidades genéricas, de manera reciente se ha desarrollado literatura que analiza la importancia de tipos específicos de capacidades, dentro de las cuales, las tecnológicas son de particular relevancia (Bates, 2001; Colle y Yonggong, 2002; Kozma, 2005; Berger y Fisher, 2013). Estas capacidades se vinculan principalmente, con factores relacionados con el nivel educativo, la experiencia laboral y la capacitación que posea la fuerza de trabajo que utiliza la infraestructura TIC, con la idea de que entre mayores sean esas capacidades laborales, mayor será su capacidad de utilizar productivamente la tecnología.

La manera específica en la que estas capacidades están o no presentes en las empresas, solo es observable, y por lo tanto medible, en la medida en la que aquellas se plasman en prácticas específicas; permitiendo asociar la existencia de esas capacidades con una forma concreta y delimitada del aprovechamiento que dan a la tecnología. En otros términos, es posible ligar el concepto de capacidades con los usos de TIC. La aproximación teórica sugiere que entre mayores sean las capacidades tecnológicas de las empresas, mayor será la incorporación de la infraestructura TIC y los usos más vinculados a los procesos productivos.

### *TIC, un concepto en construcción*

A pesar del difundido uso que las TICs han tenido en los últimos años, no existe una definición única, un estándar uniforme acerca de las tecnologías que comprenden, ni tampoco del alcance de sus funciones. Por mencionar solo un ejemplo, la (CEPAL, 2009) informa que para el 2009, de 20 países latinoamericanos para los cuales realizó una encuesta sobre el término, solo 9 de ellos contaban con una definición oficial por parte de las instituciones encargadas del desarrollo de la materia; 11 de ellos no tenían una definición de TIC.

Baelo (2013) señala que “la pluralidad conceptual complica la síntesis y el desarrollo de las diferentes acepciones atribuidas a la concepción de TIC, haciendo difícil su adecuado estudio”.

Cobo Romaní (2009) realiza una revisión del concepto, comparando y jerarquizando el alcance del término para un conjunto de definiciones de TIC. Mediante la metodología Benchmarking compara 20 definiciones<sup>1</sup>, evaluando tres criterios; herramientas, usos e impactos; concluye que a pesar de que hubo definiciones con puntajes altos, ninguna desarrolla lo suficiente al menos uno de los 3 criterios.

Actualmente, en México no existe información que cumpla con la taxonomía propuesta como la más completa, y por lo tanto, se tiene una limitante importante de análisis, que es la disponibilidad de información; sin embargo, la encuesta que más se acerca a recabar cubrir con los conceptos de dicha taxonomía es la encuesta ENTIC. A continuación, se describen las características de dicha encuesta.

---

<sup>1</sup> Las definiciones consultadas, provienen de los siguientes organismos, tanto públicos como privados, nacionales e internacionales: Banco Mundial, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Programa Sociedad de la Información), Instituto para la Conectividad en las Américas (International Development Research Center), Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), Council of European Professional Informatics Societies (CEPIS), Massachusetts Institute of Technology, Comisiones de Educación y Sociedad de la Información (Unión Europea), FutureLab, Oxford Internet Institute, Ministerio de Educación de Irlanda, Alemania, Inglaterra, China, India, Finlandia y Dinamarca, y World Summit on the Information Society.

### 3. Aspectos metodológicos y fuentes de información.

Para estudiar la relación entre productividad y uso de TIC, la unidad de análisis utilizada en este trabajo es el subsector. El Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) reconoce la existencia de 78 subsectores, mismos que serán analizados con datos de la Encuesta sobre Tecnologías de la Información y Comunicación (ENTIC), publicada por INEGI<sup>2</sup> en 2013, mediante las metodologías de: i. análisis factorial, que permite analizar estructuras subyacentes de los datos, así como la proporción de la varianza que generan, ii. análisis de conglomerados, que permite analizar las unidades de estudio (subsectores) en términos de su homogeneidad o grado de divergencia y como se relaciona ello con la productividad, y iii. La validación de los resultados mediante análisis econométrico de los coeficientes factoriales obtenidos.

Si bien, los datos con los que se trabaja son de sección cruzada, se espera que los resultados permitan analizar las relaciones planteadas en la hipótesis en virtud de lo siguiente: 1. Si bien, una serie de estudios (Jorgenson, et al, 2000; Jorgenson, 2001; Jorgenson, et al, 2006; Gordon, 2000; Brynjolfsson, 1993; 1996; Brynjolfsson, et al 2000) encuentra evidencia relacionada con retardos en la implementación de cierto tipo de tecnologías (particularmente computadora e internet), esos retardos van, desde el momento de la implementación tecnológica, hasta periodos de 3, 5 o inclusive 10 años; ello ocurre principalmente a nivel de empresa. Para el caso del estudio aquí presentado, procedimientos de análisis análogos son ampliamente utilizados en otros campos de estudio, como la medicina o la psicología (véase Encuesta Nacional de Adicciones).

Por ejemplo, para probar si existe incidencia de ciertos factores en la generación de enfermedades, se analizan grupos de pacientes con distintas características (en nuestro caso, los pacientes son las empresas y la característica el tipo de actividad económica o subsector); para cada uno de los grupos se analiza la presencia a la exposición de ciertos factores que han actuado a lo largo del tiempo (o con retardos), por ejemplo, el porcentaje de pacientes que fuma en cada grupo. Se analiza la propensión a desarrollar enfermedades vinculadas a esa exposición; si, en un grupo, la exposición fue más alta y se detecta una mayor presencia relativa de la enfermedad, se obtiene evidencia vinculada a que la exposición a esos factores se encuentra relacionada con la aparición de enfermedades, sin importar que el análisis se realice en un solo punto en el tiempo.

Lo que se analiza es el porcentaje de individuos expuestos (porcentaje de empresas por subsector), con el porcentaje de aparición en la enfermedad (productividad por subsector), asumiendo que se ha tenido exposición por cierto tiempo. Al sumar la presencia de esa característica en un conjunto de organizaciones dedicadas a la misma actividad (porcentaje de empresas que disponen de esa tecnología), lo que se obtiene es un indicador relativo de intensidad en la disponibilidad a nivel de subsector; esa intensidad en lo que se relaciona tanto con las capacidades, como con la variable independiente de productividad laboral.

---

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

### 3.1. Fuentes de información; ENTIC, INEGI.

La encuesta ENTIC permite obtener información relacionada con los recursos humanos, financieros y de infraestructura que las empresas del sector privado destinan a las TIC. Está integrada por 6941 encuestas, realizadas a empresas de más de 10 empleados; el marco muestral de 157, 611 empresas, con representatividad a nivel nacional y para 78 subsectores de la economía.

**Cuadro 1. Construcción de variables**

INFRAESTRUCTURA	CAPACIDADES	USO Y APROVECHAMIENTO
Porcentaje de empresas por subsector que usan línea fija	Remuneraciones promedio por subsector (personal con posgrado)	Índice de usos de internet
Porcentaje de empresas por subsector que usan línea móvil	Remuneraciones promedio por subsector (personal con nivel de licenciatura)	
Porcentaje de empresas por subsector que usan internet		Remuneraciones promedio por subsector (personal con nivel técnico)
Porcentaje de empresas por subsector que usan computadora	Índice de uso de nube	
Porcentaje de empresas por subsector que usan software		
Porcentaje de empresas por subsector que usan nube	Porcentaje de empresas por subsector que cuenta con depto de sistemas	Porcentaje de empresas por subsector que tuvieron proyectos de innovación
	Porcentaje de empresas por subsector que dieron capacitación TIC a su personal	
<b>Fuente: Elaboración propia con base en información disponible en ENTIC, INEGI, 2013.</b>		

La encuesta ENTIC en su versión más reciente, contiene más de 350 variables; dentro del conjunto de información disponible, se eligieron aquellas variables que empatan con la taxonomía considerada y por lo tanto, permiten contrastar la hipótesis del presente trabajo. Esta hipótesis es que, el conjunto de infraestructura TIC disponible dentro de las organizaciones por sí solo no es capaz de generar cambios en la eficiencia productiva; para que ello ocurra, se requiere de un conjunto de capacidades de las organizaciones; la interacción de infraestructura y capacidades, determina a su vez, el uso que las organizaciones dan a la tecnología. El apéndice 2 muestra el empate entre la taxonomía y las variables disponibles en ENTIC.

Entre mayores sean la disponibilidad de infraestructura y las capacidades, los usos de las TIC se encontrarán más cercanos a los procesos productivos y de negocio, posibilitando así la generación de un círculo virtuoso de innovación, productividad y crecimiento (Brown, et al 2004). El hecho de relacionar y utilizar a la variable de remuneraciones como proxy de las capacidades se justifica a partir de que una cantidad importante de literatura aborda el tema de la correlación existente entre remuneraciones y capacidades; más allá de una correlación estadística, lo relevante es que se encuentra evidencia de las causas de esa relación. En estudios tempranos del tema, Spence (1973) señala que mayores capacidades pueden provenir de una mayor escolaridad, y por lo tanto, un mayor conocimiento, o bien, de una mayor experiencia laboral; las remuneraciones tienden a reflejar ambos factores. Por su parte, Rios (2005), señala que la educación es una forma de inversión que hace a los individuos más productivos y por tanto les permite esperar un salario mayor; para Johnson (1975) cuando una persona realiza un gasto en la educación y formación, se prevé que mejorarán sus ingresos futuros.

Lo anterior, contribuye a dar validez a la hipótesis de que en caso de no contar con las capacidades necesarias para el aprovechamiento de la tecnología, las organizaciones no serán capaces de establecer usos cercanos a los procesos inherentes a su actividad, inhibiendo la innovación y el crecimiento. Con base en lo anterior, fue seleccionado un conjunto de variables que permite construir los conceptos de infraestructura, capacidades y usos y aprovechamiento<sup>3</sup>; el cuadro 1 describe el conjunto de variables tomadas de la ENTIC.

### 3.2. Análisis factorial.

La selección del instrumental estadístico-matemático a utilizar, debe seguir a la estructura de la información disponible y al objetivo del estudio; en este sentido, la estructura de la información proveniente de ENTIC sugiere la viabilidad de utilizar, entre otras técnicas, un análisis de tipo multivariado. La forma específica de análisis multivariado que aquí se utiliza es en el Análisis Factorial (AF). Este análisis permite encontrar conjuntos de características entre las variables y agruparlas o separarlas de acuerdo a distinciones cualitativas. Ello, en principio, posibilita trabajar con un número menor de variables, sin perder información relevante.

Formalmente, en el AF se representan las variables  $y_1, y_2, \dots, y_p$ , como combinaciones lineales de  $f_1, f_2, \dots, f_m$  ( $m < p$ ), llamados factores; estos factores son combinaciones lineales de las variables originales, con la diferencia de que estos no pueden ser medidos u observados con la estructura original de datos.

Así, el AF expresa cada variable como una combinación lineal de factores comunes subyacentes,  $f_1, f_2, \dots, f_m$ , asociadas a un término de error que constituye la parte de la

---

<sup>3</sup> Tres variables del bloque de uso y aprovechamiento merecen una mención especial, por ser variables construidas; uso de internet, uso de software y uso de nube. Cada uno de los índices fue construido a partir de 10 indicadores de uso. Se asignó a cada uno de los usos (i) de internet, software y nube, una calificación, que refleja de manera ascendente el nivel de madurez que representa ese uso específico. De esta manera cada porcentaje de uso por subsector (n), fue multiplicado por la calificación de uso (i), generando un criterio de ordenamiento. El promedio de las calificaciones por subsector, es un índice de uso y aprovechamiento de TIC. Entre mayor sea este índice, mayor es la proporción de empresas que utilizan TIC con fines catalogados como avanzados de acuerdo a las definiciones establecidas. Los criterios, así como la ponderación asignada a cada tipo de uso, se muestran en el apéndice.

variable, no explicada por el modelo conjunto sino por su unicidad. Para  $y_1, y_2, \dots, y_p$ , en cada vector de observación se sigue el siguiente modelo:

$$\begin{aligned} y_1 - \mu_1 &= \lambda_{11} f_1 + \lambda_{12} f_2 + \dots + \lambda_{1m} f_m + \varepsilon_1 \\ y_2 - \mu_2 &= \lambda_{21} f_1 + \lambda_{22} f_2 + \dots + \lambda_{2m} f_m + \varepsilon_2 \\ &\dots \\ y_p - \mu_p &= \lambda_{p1} f_1 + \lambda_{p2} f_2 + \dots + \lambda_{pm} f_m + \varepsilon_p \end{aligned} \quad (1)$$

Los coeficientes  $a_{ij}$  de cada una de las ecuaciones del conjunto (1), son los coeficientes de saturación de cada variable  $X_i$  y los factores estimados  $F_j$ , determinados por la matriz factorial  $p \times m$ :

$$R = \begin{pmatrix} 1 & r_{12} & \dots & r_{1p} \\ r_{21} & 1 & & r_{2p} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

De estas condiciones, se puede verificar que:

$$\text{var}(X_i) = a_{i1}^2 + \dots + a_{im}^2 + d_i^2 \quad (3)$$

donde  $a_{ij}^2$  es la parte de la variabilidad de  $X$  explicada por un factor común, llamados aquí, coeficientes de comunalidad, mientras que  $d_i^2$  es el componente de la variable explicado por su unicidad. De esta forma, la comunalidad puede ser expresada como:

$$h_i^2 = a_{i1}^2 + \dots + a_{im}^2 \quad (4)$$

Así,  $h$  representa a la proporción de la varianza explicada por factores comunes o comunalidad, mientras que  $d$ , es representativa de la varianza explicada por factores únicos o unicidad:

$$1 = h_i^2 + d_i^2 \quad (5)$$

### 3.3. Análisis de conglomerados.

Una vez identificados los conjuntos mediante el análisis factorial. Se desarrolla, complementariamente, el análisis de conglomerados, técnica estadística que permite agrupar conjuntos de información, en función de criterios definidos. El tipo específico de conglomerado seleccionado para el análisis es el Clúster de *K-Medias*. De acuerdo con Mackay (2003), el análisis de conglomerados de *K-Medias*, cumple con un conjunto de características deseables, para analizar conjuntos de información como los disponibles en ENTIC.

- i. Un buen análisis de conglomerados tiene poder de predicción
- ii. Son muy útiles para la comunicación e interpretación, ya que permiten la comprensión simplificada de grupos
- iii. Datos que resaltan (no son agrupados en alguno de los *clústeres*), es muy probable que merezcan alguna atención y estudio especial y,

- iv. Los algoritmos de agrupamiento pueden servir como modelos de procesos de aprendizaje en los sistemas de redes neuronales.

Formalmente, el algoritmo del conglomerado de K-medias permite agrupar N observaciones o datos pertenecientes a un espacio de I dimensiones, en K- clústeres o conglomerados; cada clúster es parametrizado por un vector  $M(k)$ , que representa su media.

$$d(x, y) = \frac{1}{2} \sum (X_i - Y_i)^2 \quad (6)$$

El algoritmo de la ecuación 6 permite asignar a cada una de las observaciones a su media más próxima mediante dos pasos; el primero es llamado proceso de asignación, en el que cada dato  $n$ , es asignado a su media más próxima, de acuerdo a la función:

$$K^{(n)} = \operatorname{argmin}_k \{d(m^{(k)}, x^{(n)})\} \quad (7)$$

El segundo proceso es llamado proceso de actualización, y consiste en estimar nuevas medias a partir de la incorporación de nuevos datos, mediante el argumento:

$$m^{(k)} = \sum_k^{(n)} r X^{(n)} / r^{(k)} \quad (8)$$

donde  $r^{(k)}$  corresponde a la asignación o responsabilidad de la media  $k$ :

$$r^{(k)} = \sum_k^{(n)} r \quad (9)$$

El proceso de iteración se repite hasta que todas las observaciones hayan sido asignadas a sus centros más próximos.

### 3.4. Análisis econométrico.

Con la finalidad de medir de manera más precisa, el impacto de los factores obtenidos sobre la productividad laboral y confirmar las conclusiones del análisis de conglomerados, se plantea un análisis econométrico de sección cruzada.

Aquí, la variable independiente  $Y$ , depende de un conjunto de variables explicativas, de la forma:

$$Y_i = X_{i1} \beta_1 + X_{i2} \beta_2 + \dots + X_{im} \beta_m + e_i, \quad i = 1, \dots, n \quad (10)$$

Donde:

$$Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)' \quad (10.1)$$

$$\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m)' \quad (10.2)$$

$$X = \begin{pmatrix} X_{11} & \dots & X_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & \dots & X_{nm} \end{pmatrix} \quad (10.3)$$

$$e = (e_1, e_2, \dots, e_n)' \quad (10.4)$$

Partiendo de la ecuación (10), se estima la ecuación (11) con mínimos cuadrados ordinarios para sección cruzada, en donde la productividad laboral, estimada como Ingresos totales/ Número de trabajadores ocupados,<sup>4</sup> depende de los factores capacidades de la fuerza laboral, disponibilidad y uso de TIC, y capacidades de innovación; como variables de control se incluyen, las exportaciones por trabajador, como variable proxy del grado de integración con el sector externo y a la inversión en capital fijo como variable de

Se espera que las variables factoriales de capacidades de la fuerza laboral, disponibilidad y uso de TIC y capacidad de innovación, tengan signos positivos en virtud de que:

- a) Mayor educación, y en general, mayores capacidades de la fuerza de trabajo, se relacionan con incrementos en la productividad, al acelerar el proceso de aprendizaje, las capacidades de innovación, el tiempo de entrenamiento, etc., (Mankiw, Romer y Weil, 1992), (Berger and Fisher, 2013).
- b) Mayor disponibilidad y uso de TIC, incrementan la productividad laboral mediante dos vías; 1. Al aumentar el stock de capital producido por las TIC y utilizado en otros sectores de la economía, aumenta la productividad del trabajo en el sector productor de bienes TIC y 2. los menores precios y la mayor tecnología (al ser tecnologías de propósito general) influyen en todos los sectores de la economía, más allá del efecto derivado de la intensificación de capital. Ello, permite cambios en la organización de la producción, de los mercados y de las empresas rediseñando prácticas comerciales, simplificando la cadena de oferta, reduciendo de costos de transacción, etc., Argandoña, (2001), Jorgenson & Stiroh, (2000).
- c) Las innovaciones, particularmente aquellas generadas en proceso, y posibilitadas a partir de la reorganización producida por las TIC, generan incrementos de la productividad laboral, principalmente reorganizando los procesos y permitiendo acumular información y facilitar su análisis para la toma de decisiones (Brown y Dominguez, 2004). Por mencionar solo un ejemplo, un cajero en una tienda de

---

<sup>4</sup> La manera en la que fue calculada la productividad laboral en este estudio (ingresos/empleados), es una de las metodologías reconocidas por INEGI (2015); si bien, permite arrojar cierta evidencia entorno a patrones generales de desempeño de las empresas, tiene limitaciones importantes que es necesario entender. La primera de ellas es que, cuando se consideran los ingresos totales, cierto tipo de actividades económicas, principalmente aquellas vinculadas a la comercialización de bienes (subsectores 469, 431, 432, 434, 435, 436, 462, 463, 466) tiende a mostrar productividades excesivamente altas, que no reflejan la generación de valor de ese conjunto de actividades. Por mencionar solo un ejemplo, los almacenes de venta de aparatos electrónicos (computadoras, teléfonos, etc), correspondientes al subsector 466 tienen ingresos altos y pocos empleados, producto de la venta al consumidor final de los valores monetarios de ese conjunto de bienes; sin embargo, su participación en el proceso de producción/venta, se limita a un pequeño porcentaje del valor total de esa cadena. Lo anterior da como resultado, ingresos totales del sector muy por arriba del valor agregado generado por el mismo, y por lo tanto, productividades laborales que no reflejan el valor generado en esos sectores.

Por el contrario, existen grupos de actividades en las que los ingresos totales se corresponden de manera estrecha con la generación de valor agregado, como es el caso de servicios profesionales, científicos y técnicos (subsector 541).

Por lo anterior, queda claro que una mejor medida de la productividad sería el valor agregado por empleado; sin embargo, no es una variable que se encuentre disponible en la encuesta ENTIC, y dados los niveles de agregación utilizados en el estudio, no fue posible traerlos de alguna otra fuente de información. Dada la naturaleza de esas actividades y de los datos utilizados, existe un conjunto de actividades para las cuales, la fortaleza de las conclusiones puede resultar menor, por lo que habría que considerarlas con mayor cautela.

menudeo, que utiliza una computadora y un scanner para procesar información de lo vendido en menos tiempo. El impacto de la mejora en la información es el que permite a los trabajadores y gerentes tomar decisiones de manera más efectiva. La introducción de ese sistema permite generar información, por ejemplo, de inventarios. Más allá de ese primer cambio, la transformación del proceso se genera cuando una empresa re diseña el proceso de inventarios para mejorar su cadena de suministros y reducir la cantidad de mercancías que tiene en almacén (Dedrcik, et al 2003).

- d) Una mayor intensidad de capital por trabajador incrementa la productividad ya que permiten la automatización de procesos y la sustitución de trabajo por capital, (Argandoña, 2001), (Colombo, Croce y Grilli, 2013), (Gatautis, 2015).
- e) Las exportaciones se vinculan con una mayor productividad, ya que se requiere de mayores capacidades organizacionales y en términos generales, mayor calidad en los productos, para competir en mercados externos. La mayor competencia induce a que las empresas de menor eficiencia productiva, salgan del mercado (Brown, Domínguez, 1989).

De esta manera, se estima la ecuación (11)

$$PL = \beta_1 \text{ Factor1} + \beta_2 \text{ Factor 2} + \beta_3 \text{ Factor 3} + \beta_4 \text{ XL} + \beta_5 \text{ IL} \quad (11)$$

Donde:

PL = Productividad Laboral.

Factor 1 = Coeficientes factoriales estimados del factor capacidades de la fuerza laboral

Factor 2 = Coeficientes factoriales estimados del factor disponibilidad y uso de TIC

Factor 3 = Coeficientes factoriales estimados del factor capacidades de innovación

XL = Exportaciones por empleado

IL = Inversión en capital fijo por empleado

## 4. Análisis de resultados.

### 4.1. Análisis factorial.

Utilizando el análisis factorial para las variables descritas en el cuadro 1, se tienen los siguientes resultados: el AF identifica coeficientes de comunalidad<sup>5</sup> altos; ello constituye una condición necesaria para el desarrollo e interpretación ulterior. Cuando se analiza la suma de los coeficientes de carga rotados y elevados al cuadrado, se aprecia que el modelo es capaz de explicar un alto porcentaje de la varianza total (60%), cuando se seleccionan 3 factores.

El criterio comúnmente utilizado para la selección del número óptimo de factores, es considerar aquellos cuyos valores propios (Eigenvalues) sean mayores a 1. El análisis muestra la existencia de 3 factores con valores propios mayores a 1, descritos en las columnas primera y tercera del cuadro 2. Para facilitar la interpretación de los resultados, estos coeficientes fueron rotados mediante el método varimax<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> Los coeficientes de comunalidad expresan la proporción de la varianza que puede ser expresada mediante la solución de factores obtenida. Puede ser vista también como la diferencia que existe entre la varianza total y la varianza debida a la unicidad de las variables. Entre más cercanos a 1 se encuentren los coeficientes de comunalidad, mejor es la solución factorial obtenida.

<sup>6</sup> Este tipo de rotación fue propuesto por Kaiser (1958), y trata de producir factores con pocas saturaciones altas y muchas casi nulas en las variables. resaltando factores con correlaciones altas con un número pequeño de variables y correlaciones nulas las demás.

Los factores obtenidos deben ser interpretados a manera de fila, es decir, los coeficientes de carga pertenecientes al factor 1, son los que, leídos en fila, son los mayores en esa columna. Para facilitar la lectura de los datos, las variables fueron agrupadas en factores y en función del coeficiente de carga rotado.

**Cuadro 2. Resultados del análisis factorial**

Factor	Porcentaje de varianza explicado	Variables	Comunidades	Matriz de componente rotado <sup>a</sup>		
				1	2	3
<b>Factor 1. Capacidades de la fuerza laboral</b>	36.29%	Móvil	0.436	.526	.394	.064
		Remunera Posgrado	0.465	.669	.084	-.105
		Remunera Licenciatura	0.719	.839	.015	.122
		Remunera Técnico	0.651	.797	-.107	.061
		Depto Sistemas	0.553	.527	.183	.492
		Capacitación TIC	0.495	.480	.259	.444
<b>Factor 2. Disponibilidad y uso de TIC</b>	13.70%	Linea Fija	0.673	-.010	.818	.070
		Internet	0.839	.084	.884	.225
		Computadora	0.694	.070	.822	.115
		Software	0.416	.276	.459	.359
		Índice usos Internet	0.854	.384	.738	.403
		Índice usos Software	0.536	.414	.586	.147
		<b>Factor 3. Capacidades de innovación</b>	10.05%	Nube	0.585	.052
Redes sociales	0.528	-.233		.119	.678	
USOS Proyectos de innovación	0.633	.450		.227	.616	
Índice Usos Nube	0.585	.080		-.025	.760	
Método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser. a. La rotación ha convergido en 5 iteraciones.						
<b>Fuente: Elaboración propia con cálculos de este estudio y datos de ENTIC, INEGI</b>						

Los resultados muestran información relevante en términos de la adopción de tecnología de las organizaciones mexicanas, de las capacidades tecnológicas (y no tecnológicas) que poseen, y de cómo ambas influyen en la determinación del uso y aprovechamiento de la tecnología; en el

caso del análisis factorial realizado, los resultados indican la existencia de 3 grupos de variables que contribuyen a explicar esa relación.

El primero de ellos, se encuentra integrado por un conjunto de capacidades, vinculadas, por un lado, a las habilidades del personal ocupado, aproximadas por las remuneraciones por nivel de escolaridad; por el otro, a las capacidades tecnológicas de las organizaciones y de la fuerza de trabajo, expresadas como la existencia de un departamento especializado en TI, y la capacitación en tecnológica del personal.

El segundo factor se compone por la disponibilidad tecnológica y el grado de integración de la misma a los procesos productivos y de negocio de las organizaciones. La medida en la que las empresas disponen de tecnología, es capturada por las variables de porcentaje del total de empresas por subsector con acceso a teléfono fijo, computadora, internet y software, mientras que el grado de integración a procesos de negocio, es aproximado por los índices de uso de internet y software.

El tercer y último factor se encuentra constituido por las capacidades de innovación de las empresas, tanto en el uso de nuevas tecnologías (acceso a la nube y redes sociales), el grado en el que ésta se incorpora al negocio (índice de uso de nube), así como su capacidad para generar innovaciones en productos o procesos. Se considera a la nube y redes sociales como factores de innovación, en virtud de que representan dos de las tecnologías de más reciente desarrollo; de acuerdo con Select (2015), para el año del levantamiento de la encuesta, menos del 15% de las organizaciones mexicanas, hacían uso de la nube como tecnología de soporte de los procesos de negocio, y menos del 9% utilizaban redes sociales para fines vinculados a la empresa. Dado lo anterior, resulta al menos conveniente, considerar que las organizaciones pioneras en el uso de esas dos, relativamente nuevas, herramientas tecnológicas, son más propensas a innovar y por ello, el análisis factorial agrupa a esas variables en un solo factor que se denominan “Capacidades de Innovación”.

El primer factor revela la existencia de una relación significativa entre, la variable remuneraciones y las habilidades TIC del personal; permite agrupar un conjunto amplio de capacidades (experiencia laboral, habilidades, escolaridad, etc.) y vincularlo con la habilidad del personal para aprovechar las herramientas TIC, en términos de capacitación tecnológica y la existencia de personal encargado de alinear la tecnología a las necesidades de las organizaciones.

El segundo factor, muestra la asociación que existe entre las distintas capas de infraestructura tecnológica (infraestructura física, como los teléfonos o las computadoras, e infraestructura “blanda”, como el software o el internet), y la manera en la que las organizaciones utilizan esa tecnología para fines de producción, administración, y distribución.

El tercer factor confirma la importancia de los procesos de innovación para las organizaciones; esta innovación, se refleja en forma de aprovechamiento de nuevas tecnologías y su integración a los procesos de negocio, así como la generación y aplicación de nuevas ideas a productos y procesos de producción y administración.

## 4.2. Análisis de conglomerados.

Habiendo analizado el conjunto de variables relacionadas entre sí, a través de los factores, es posible analizar qué conjunto de subsectores, dada la naturaleza de su actividad, muestran patrones tecnológicos y de productividad afines. Uno de los resultados obtenidos mediante el análisis factorial, es la obtención de puntajes factoriales, que muestran la relación que existe entre cada una de las observaciones, con respecto cada factor estimado. Estos puntajes tenderán a ser más altos, a medida que los coeficientes de comunalidad sean también altos, y reflejarán la fortaleza del vínculo entre cada observación (subsector) y el factor al que pertenecen.

Con la finalidad de analizar la existencia de grupos de actividades económicas relativamente homogéneos en cuanto a su adopción, capacidades y uso de tecnología, así como en relación a su desempeño (medido aquí por la productividad laboral), esos puntajes factoriales fueron utilizados para estimar conglomerados o “clústeres”.

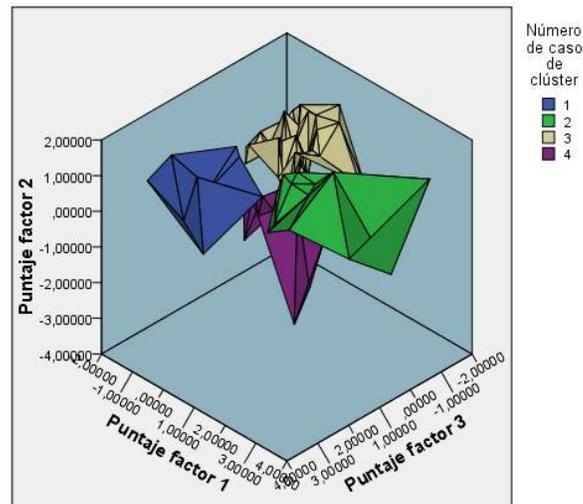
El tipo específico de conglomerado seleccionado para el análisis es el de K-Medias; este método permite agrupar los casos basado en la minimización de las distancias euclidianas existentes entre ellos, en un conjunto de variables. Se seleccionan los K casos más distantes entre sí y se inicia la lectura secuencial de las observaciones, asignando cada una de ellas al centro más próximo y actualizando el valor de los centros a medida que se van incorporando nuevos casos. Los resultados de la aplicación del método se observan en los cuadros 3 y 4.

**Cuadro 3. Análisis de conglomerados**

	Centros de clústeres finales			
	1	2	3	4
Factor 1. Capacidades de la fuerza laboral	- 0.824	1.522	- 0.206	- 0.349
Factor 2. Disponibilidad y uso de TIC	0.186	0.215	0.471	- 1.632
Factor 3. Capacidades de innovación	1.814	0.575	- 0.470	- 0.310
<b>Productividad laboral (miles de pesos anuales)</b>	<b>958</b>	<b>2,509</b>	<b>1,262</b>	<b>591</b>
<b>Número de casos por conglomerado</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>41</b>	<b>15</b>
<b>Fuente: Elaboración propia con cálculos de este estudio y datos de ENTIC, INEGI</b>				

El cuadro 3 muestra información de los centros finales de 4 clústeres estimados, a manera de mapa de calor. Los datos indican que, a medida que el centro de clúster es más alto en comparación el resto de los conglomerados, las habilidades de ese conjunto de subsectores para ese factor específico son más altas; entre más altas son esas habilidades, las casillas son más verdes y a medida que son más bajas, las casillas tienden a ser rojas.

**Gráfica 1. Puntajes factoriales**



Fuente: elaboración propia con datos del análisis factorial

De manera adicional, el cuadro 3 contiene información de la productividad laboral promedio de cada clúster, así como el número de subsectores que lo integran. De esta forma, el primer clúster, integrado por 9 subsectores<sup>7</sup>, se caracteriza por ser altamente innovador, tanto en el uso de nuevas tecnologías como en la generación de innovaciones en productos y procesos. Este conjunto de actividades, tienen una productividad laboral promedio de 958,000 pesos anuales.

El conglomerado 2, se encuentra constituido por 13 subsectores<sup>8</sup> que, en promedio, tienen la productividad laboral más alta de los 4 clústeres (2, 509,000 pesos anuales); este conjunto de actividades se caracteriza por tener las capacidades del personal ocupado (en términos de remuneraciones, escolaridad y habilidades TIC) más altas. Adicionalmente, tienen uso y aprovechamiento tecnológicos e innovación medias, lo que los sitúa como el conglomerado de actividades más avanzadas en términos de las variables analizadas y de productividad.

El clúster 3, es el más amplio en términos del número de subsectores que lo integran (41 actividades económicas<sup>9</sup>) y se caracteriza por tener la más alta disponibilidad y uso de TIC;

<sup>7</sup> Los 9 subsectores integrantes del conglomerado 1, son: 1. Asociaciones y organizaciones, 2. Comercio al por mayor de camiones y partes y refacciones nuevas para automóviles, 3. Edición de periódicos, revistas, libros, software y otros materiales, 4. Industria filmica y del video, e industria del sonido, 5. Otros servicios de información, 6. Procesamiento electrónico y hospedaje de información, 7. Radio y televisión, 8. Servicios de alojamiento temporal, 9. Servicios educativos

<sup>8</sup> El clúster 2 se encuentra integrado por las siguientes actividades económicas: 1. Actividades bursátiles, 2. Compañías de fianzas, seguros y pensiones, 3. Corporativos, 4. Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, 5. Fabricación de equipo de transporte, 6. Instituciones de intermediación crediticia y financiera no bursátil, 7. Intermediación de comercio al por mayor, 8. Servicios de alquiler de marcas registradas, patentes y franquicias, 9. Servicios postales, 10. Servicios profesionales, científicos y técnicos, 11. Transporte por ductos, 12. Transporte, 13. Actividades cambiarias y de inversión financiera

<sup>9</sup> Las actividades integrantes de este tercer conglomerado son: 1. Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco, 2. Comercio al por mayor de maquinaria y equipo, 3. Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias y forestales, para la industria, 4. Comercio al por mayor de productos farmacéuticos, 5. Comercio al por mayor de productos textiles y calzado, 6. Comercio al por menor de artículos de ferretería, 7. Comercio al por menor de artículos de papelería y esparcimiento, 8. Comercio al por menor de artículos para la salud, 9. Comercio al por menor de enseres domésticos, Computadoras, 10. Comercio

este conjunto de subsectores, tienen una productividad laboral de 1, 262,000 pesos anuales; sin embargo, no disponen de altas capacidades de los empleados y tampoco son un conjunto innovador.

Por último, el conglomerado 4, se encuentra integrado por 15 subsectores<sup>10</sup>, que se caracterizan por no disponer de capacidades de la fuerza laboral altas, tampoco cuenta con abundante infraestructura tecnológica y no es innovador. La conjunción de esos factores, contribuye a explicar que su productividad laboral sea la más baja del conjunto de clústeres (591,000 pesos anuales).

La gráfica 1 muestra la ubicación de los 4 conglomerados estimados mediante el método de k-medias, en el plano de los puntajes factoriales calculados en el análisis factorial. Como se puede apreciar, los clústeres 2 y 3 muestran la combinación de puntajes más elevados, datos que concuerdan con los de productividad laboral.

El cuadro 4, muestra información adicional de los conglomerados analizados, en términos del número de empresas, empleo, ingresos que generan y productividad, tanto laboral como total de los factores.

El análisis de conglomerados revela patrones de comportamiento relevantes para entender el desempeño reciente de la economía mexicana; por un lado, un conjunto de actividades de baja productividad, representadas en los clústeres 1 y 4, concentran el 47.4% del total de empresas, pero solo generan el 15.5% de los ingresos; ello ayuda a explicar que su productividad total de los factores sea negativa. Por otra parte, un grupo de actividades de productividad media, integrado por el conglomerado 3, el más amplio en densidad de empresas, genera el 55.7% del empleo y el 59% de los ingresos; sin embargo, su productividad total de los factores también es negativa (-0.76).

---

al por menor de productos textiles, 11. Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes, 12. Comercio al por menor en tiendas de autoservicio, 13. Comercio al por menor exclusivamente a través de internet, 14. Construcción, 15. Curtido y acabado de cuero y piel, 16. Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo, 16. Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles, 18. Fabricación de maquinaria y equipo, 18. Fabricación de muebles, colchones y persianas, 20. Fabricación de prendas de vestir, 20. Fabricación de prendas textiles, excepto prendas de vestir, 22. Fabricación de productos a base de minerales no metálicos, 23. Fabricación de productos metálicos, 24. Hospitales, 25. Impresión e industrias conexas, 26. Industria de la madera, 27. Industria del papel, 28. Industria del plástico y del hule, 29. Industria química, 30. Industrias metálicas básicas, 31. Museos, sitios históricos, zoológicos y similares, 32. Otras industrias manufactureras, 33. Otras telecomunicaciones, 34. Residencias de asistencia social y para el cuidado de la salud, 35. Servicios de almacenamiento, 36. Servicios de alquiler de bienes muebles, 37. Servicios de apoyo a los negocios, 38. Servicios de mensajería y paquetería, 39. Servicios médicos de consulta externa y servicios relacionados, 40. Servicios relacionados con el transporte, 41. Transporte aéreo

<sup>10</sup> Los subsectores que integran al conglomerado 4 son: 1. Autotransporte de carga, 2. Comercio al por menor de abarrotes, alimentos y bebidas, 3. Industria alimentaria, 4. Industria de las bebidas y del tabaco, 5. Manejo de desechos y servicios de remediación, 6. Otros servicios de asistencia social, 7. Servicios artísticos, culturales y deportivos, 8. Servicios de entretenimiento en instalaciones recreativas, 9. Servicios de preparación de alimentos y bebidas, 10. Servicios de reparación y mantenimiento, 11. Servicios inmobiliarios, 12. Servicios personales, 13. Transporte por agua, 14. Transporte terrestre de pasajeros, 15. Transporte turístico.

**Cuadro 4. Características generales de los conglomerados**

Indicadores Generales									
Información de clústeres		Agregación de subsectores			Porcentaje del total			Productividad	
Clúster	Casos por Clúster	Número de empresas	Número de empleados	Ingresos (Miles de pesos)	Número de empresas	Número de empleados	Ingresos	Laboral	Total de los Factores
1	9	22,202	1,005,292	418,580,777	14.3%	9.2%	3.5%	958	-1.31
2	12	11,209	1,631,415	3,104,134,178	7.2%	15.0%	25.6%	2,509	0.47
3	41	70,800	6,058,200	7,132,476,578	45.5%	55.7%	58.9%	1,262	-0.76
4	15	51,523	2,174,620	1,458,236,480	33.1%	20.0%	12.0%	591	-0.20
<b>TOTAL</b>	<b>77</b>	<b>155,734</b>	<b>10,869,526</b>	<b>12,113,428,013</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>1330</b>	<b>-0.45</b>

**Fuente: Elaboración propia con base en análisis de conglomerados con información de ENTIC 2013. Datos de PTF tomados de KLEMS, 2013.**

El único conjunto de actividades que posee la característica de ser altamente productivo, tanto en la evaluación de la productividad laboral, como en la productividad total de los factores, es el conglomerado 2. Este conjunto representa poco más del 7% de las organizaciones de la muestra, pero genera el 25% del total de ingresos. El rasgo más distintivo de este clúster, es que dispone de las capacidades de la fuerza de trabajo (escolaridad, remuneraciones y habilidades TIC) más altas.

El hecho de que solo el 7% de las organizaciones de más de 10 empleados, puedan ser consideradas de alta productividad, contribuye a explicar los problemas que, en esa dirección, acarrea la economía mexicana. De manera adicional, el análisis anterior, aporta evidencia que abona a la discusión de factores complementarios en el uso de TIC y que son, en última instancia, los que determinan el nivel de impacto sobre la productividad.

### 4.3. Análisis econométrico.

El análisis factorial realizado, permite obtener combinaciones lineales de las variables originales en función de sus características comunes, así como entender la proporción de la varianza generada por cada factor. El análisis de conglomerados, aporta información del grado de similitud de las actividades económicas analizadas, en términos de las capacidades de la fuerza laboral, el grado de intensidad en el uso de TIC y su nivel de innovación, y del cómo se relacionan estos con la productividad laboral. Con la finalidad de medir de manera más precisa, el impacto de los factores obtenidos sobre la productividad laboral y confirmar las conclusiones del análisis de conglomerados, se realiza un análisis econométrico de sección cruzada, estimando la ecuación 11.

Los resultados de la estimación se muestran en el cuadro 5. A nivel del modelo general, este es estadísticamente significativo a un nivel de 1% (Prob. Estad F = 0.0). El coeficiente de bondad de ajuste  $R^2$  es aceptable (0.512), si se considera que, en términos generales, estos coeficientes en datos de sección cruzada, suelen ser menores a los existentes en series de tiempo.

**Cuadro 5. Resultados de la estimación econométrica**  
**Variable Dependiente: Productividad Laboral**

Constante	Factor 1	Factor 2	Factor 3	XL	IL
1012.63*	489.13*	251.08**	236.69**	0.811**	3.23**
	(102.61)	(96.02)	(98.54)	(0.37)	(1.39)
R cuadrado					0.513
Probabilidad Estadístico F					0

Nota: \* y \*\* denotan significancia estadística al 1 y 5%, respectivamente.

Desviación estándar entre paréntesis

El factor 1, que aglutina las variables relacionadas con las capacidades de la fuerza laboral, muestra el signo esperado y es estadísticamente significativo a un nivel de 1%, indicando que, para el caso de la economía mexicana, la productividad laboral tiende a ser mayor a medida que las capacidades del personal ocupado son más altas. El tamaño del coeficiente  $\beta$ , refuerza los resultados de los análisis factorial y de conglomerados, en la dirección de que las capacidades de la fuerza laboral, son el principal factor para generar cambios en la productividad.

El factor 2, relacionado con la disponibilidad y uso de TIC, es estadísticamente significativo a un nivel de 5%, lo que indica que, entre mayor es la disponibilidad de infraestructura TIC y la relación de los procesos productivos y de negocio con ella, la productividad laboral también tiende a ser mayor. Ello, aporta evidencia en dos direcciones; por un lado, refuerza la difundida idea de que, las TIC impactan a la productividad, pero, igualmente importante, es la manera en la que esta tecnología es incorporada a los procesos de producción. Dicho en otros términos, las TIC constituyen una condición necesaria, pero por sí sola insuficiente, para la generación de altos niveles de productividad.

Por su parte, el factor 3, vinculado con las capacidades de innovación, es estadísticamente representativo a un nivel de 5% y muestra un signo acorde con la teoría. Este hecho, abona evidencia en la dirección de que, en la medida en la que las organizaciones son más innovadoras, se genera un círculo virtuoso que permite crecimientos de la productividad laboral.

Las variables de control, exportaciones e inversión, ambas por trabajador, también resultan estadísticamente significativas a un nivel de 5%, con los signos esperados de acuerdo a la teoría económica.

## 5. Conclusiones.

La literatura que analiza el papel de las TIC en la productividad, ha encontrado que no es la disponibilidad tecnológica la que determina el cambio en la eficiencia, sino el tipo de usos que se dan a esa tecnología. Sin embargo, no se han explorado con suficiencia cuáles son los factores que determinan el tipo de usos, es decir, la manera en la que las organizaciones utilizan las TIC. El presente estudio analiza los factores que determinan los usos que las organizaciones mexicanas mayores a 10 empleados, dan a las TIC, abonando elementos a la discusión del impacto de este tipo de tecnologías en el desempeño de las organizaciones en México.

Con ello, se busca contribuir con la determinación de factores que ayudan a explicar el patrón de comportamiento de la economía mexicana a nivel de subsector. La hipótesis, aceptablemente corroborada con los datos y técnicas utilizadas, es que al lado de la infraestructura TIC, existen un conjunto de capacidades de las organizaciones, que, en conjunción con la infraestructura TIC, determina el nivel de uso y aprovechamiento de la tecnología y, en última instancia, es ese uso, de acuerdo con los estudios analizados, lo que determina el impacto sobre la productividad. Lo anterior implica que el uso de TIC representa una condición necesaria, pero no suficiente, del cambio en la eficiencia productiva de las organizaciones.

Esta hipótesis es sometida a la validación empírica con datos de la ENTIC de INEGI a nivel de subsector, mediante las técnicas de análisis factorial, análisis de conglomerados y análisis de regresión. La primera muestra la existencia de tres factores que expresan la manera en la que las organizaciones disponen de y aprovechan, la tecnología.

El primer factor, que genera que el 36.3% de la varianza, se encuentra compuesto por las capacidades de la fuerza de trabajo. El segundo factor, por la disponibilidad de infraestructura TIC y los usos que las organizaciones dan a aquella; este factor explica el 13.7% de la varianza. Por último, el tercer factor revela la importancia de la innovación, tanto en el uso de nuevas tecnologías como en la generación de cambios en los productos y procesos (10% de la varianza).

Este análisis es complementado con el de conglomerados. Este, revela lo que pareciera ser la existencia de una relación más estrecha entre las capacidades de las organizaciones (escolaridad y remuneraciones) y el desempeño (PL) que aquella existente entre la disponibilidad de tecnología y estos últimos. Lo anterior, resalta la importancia de la educación y capacitación, como factor de cambio de la eficiencia productiva.

Para finalizar, el análisis econométrico aporta evidencia de la relación existente entre productividad laboral, capacidades de la fuerza de trabajo, uso de TIC e innovación; los tres factores inciden de manera significativa en la determinación de la productividad.

La conclusión tangente de las tres metodologías, es que, cuando los tres factores (capacidades, TIC e innovación) se conjugan, los subsectores son más productivos; los tres factores,

actuando por separado, si bien, son capaces de generar algún cambio en la productividad, en ninguno de los casos, estos son tan grandes como cuando se conjugan los tres factores.

Por otra parte, busca contribuir con la determinación de factores que ayudan a explicar el patrón de comportamiento establecido en la hipótesis (que los usos están determinados por las capacidades). Esta hipótesis se corrobora de manera general con los datos y técnicas utilizadas, es decir, existen un conjunto de capacidades de las empresas, determinadas entre muchos otros aspectos por la escolaridad, la capacitación de la fuerza de trabajo y de las organizaciones para integrar a la tecnología a los procesos productivos y de negocio que, en conjunción con aquella, determina el nivel de uso y aprovechamiento de la tecnología.

En términos generales, la relación entre TIC, Capacidades y Productividad es una guía muy general de la forma en la que ocurre el impacto de las TIC; sin embargo, en última instancia, los factores particulares que regulan el impacto de las variables sobre la productividad, varían en función del tipo de actividad económica, por lo que, para el caso de algunas actividades, la robustez de la hipótesis general parece ser menos sólida, lo que indicaría en principio, que puede haber otros determinantes del impacto de las TIC no contemplados en este estudio.

Si esto es así, la dirección de la política pública seguida en materia de TIC, tendría necesariamente que ser una política diferenciada por sector. Sin embargo, una conclusión válida en cualquier caso, es que el uso de TIC representa una condición necesaria, pero no suficiente, del cambio en la eficiencia productiva de las organizaciones en México.

Si bien, los resultados de este estudio son válidos únicamente para la economía mexicana, lo anterior, insinúa la dirección de posibles agendas de investigación futuras. Sin duda alguna, la disponibilidad de fuentes de información nacionales que permitan concentrar y analizar información relevante para evaluar el impacto de las TIC en la productividad, aún está en ciernes. El esfuerzo realizado por INEGI, para desarrollar la encuesta ENTIC resulta importante, dada la limitante de recursos para generar información, pero es en más de un sentido, insuficiente.

## **REFERENCIAS**

Aravena, C., Cavada, C., & Mulder, N. (2012). Contribución al crecimiento económico de las tecnologías de la información y las comunicaciones y de la productividad en la Argentina, el Brasil, Chile y México. Estudios estadísticos y prospectivos, CEPAL.

Argandoña, A. (2001). La nueva economía y el crecimiento de las naciones. Boletín de estudios económicos, 56(173), 207.

Argandoña, A. (2002). Dimensiones económicas de la Nueva Economía. La revolución digital: Nueva Economía e integración social, 21-38

Avgerou, C. (2010). Discourses on ICT and Development. Information Technologies & International Development, 6(3), pp-1.

Balboni, M., Rovira, S., & Vergara, S. (2011). ICT in Latin America: a microdata analysis.

- Bates, D., (2001). *The Continuing Evolution of ICT Capacity: The Implications. The changing faces of virtual education*, The Commonwealth of Learning Vancouver, Canada, 29.
- Becker, G., Murphy, K. and Tamura, R. (1990). Human Capital, Fertility and Economic Growth. *Journal of Political Economy*, Vol. XCVIII, No.5, Part 2, pp. S12-S37.
- Becker, G. (1994). Human capital revisited. In *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education* (3rd Edition) (pp. 15-28). The University of Chicago Press
- Berger, N., & Fisher, P. (2013). A well-educated workforce is key to state prosperity. *Economic Policy Institute*, 22(1).
- BID, CEPAL, OEA. (2011). *Experiencias exitosas en innovación, inserción internacional e inclusión social. Una mirada desde las PyMES*. Santiago de Chile.: Banco Interamericano de Desarrollo, Comisión Económica para América Latina, Organización de Estados Americanos.
- Bresnahan, T. (1997). Computerization and wage dispersion: An analytical reinterpretation. *J. Royal Econ. Soc*, 109(56), 390-415.
- Bresnahan, T., & Trajtenberg, M. (1999). General purpose technologies, "Engines of growth"? *Journal of Econometrics*, 83-108.
- Brown, F., & Domínguez Villalobos, L. (2004). *Medición de las capacidades tecnológicas en la industria mexicana*. Revista de la CEPAL.
- Brown, F., & Domínguez, L. (1989). Nuevas tecnologías en la industria maquiladora de exportación. *Comercio exterior*, 39(3), 215-223.
- Brynjolfsson, E. (1993). The productivity paradox of information technology. *Commun. ACM*, 36(12), 66-77.
- Brynjolfsson, E. (1996). The contribution of information technology to consumer welfare. *Inform. Syst. Res.*, 7(3), 281-300.
- Brynjolfsson, E., & Hitt, L. (2000). Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance. *J. Econ. Perspect*, 14(4), 23-48.
- Carr, N. (2003) *IT Doesn't Matter*, Harvard Business Review, May.
- Cimoli, M. (2000): *Developing Innovation Systems: Mexico in a Global Context*, Londres, Continuum
- Colle, R.. y Yonggong, L. (2002). *ICT-capacity building for development and poverty alleviation*. In *Third Asian Conference for Information Technology in Agriculture*, Beijing.
- Colombo, M. G., Croce, A., & Grilli, L. (2013). ICT services and small businesses' productivity gains: An analysis of the adoption of broadband Internet technology. *Information Economics and Policy*, 25(3), 171-189.
- Cuadras, C. M. (2007). *Nuevos métodos de análisis multivariante*. CMC Editions.

Dawn, Trevor (1956), "Economic Growth and Capital Accumulation", en *Economic Record*, núm. 32.

Dedrick, J., Gurbaxani, V., & Kraemer, K. L. (2003). Information technology and economic performance: A critical review of the empirical evidence. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 35(1), 1-28.

Desh, S and Srivastava, AK (2014). Educational effects on creativity – a comparative study. *Indian Journal of Health and Wellbeing*, vol. 5, num. 7, pp. 864-869.

Elis, W. (2000). *The Classical Theory of Economic Growth*. New York. Palgrave.

Gatautis, R. (2015). The impact of ICT on public and private sectors in Lithuania. *Engineering Economics*, 59(4).

Gordon, R. (2000). Does the new economy measure up to the great inventions of the past? *Journal of economic perspectives*.

Gordon, R. J. (2010). Revisiting US productivity growth over the past century with a view of the future (No. w15834). National Bureau of Economic Research.

Hanushek, E. A., and Zhang, L. (2006). "Quality Consistent Estimates of International Returns to Skill." National Bureau of Economic Research, WP12664, Cambridge, MA, NBER November.

INEGI. (2013). Productividad Total de los Factores. KLEMS, 1990-2011. Sistema de cuentas Nacionales de México, 167p.

INEGI. (2015). Cálculo de los índices de productividad laboral y del costo unitario de la mano de obra, Metodología. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

Johnson H., (1975) en *Economics and Society*, University of Chicago Press, Citado por Mariano Rojas et al (2000), Rentabilidad en la inversión en capital humano en México, *Economía Mexicana*, vol. IX, núm. 2, México.

Jorgenson, D. (2001). Information technology and the U.S. economy (Presidential address to the American Economic Association). *American Economic Review*, 91(1), 1-32.

Jorgenson, D., & Stiroh, J. (2000). Raising the speed limit: US economic growth in the information age. *Brookings papers on economic activity*.

Kaiser, H. F. (1958). The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, 23(3), 187-200.

Katz, R. (2009). El papel de las TICs en el desarrollo. Propuesta de América Latina a los retos económicos actuales. Barcelona, España.: Editorial Ariel y Fundación Telefónica.

Kozma, R. (2005). National policies that connect ICT-based education reform to economic and social development. *Human Technology: An interdisciplinary journal on humans in ICT environments*

- Lanza, V. (2012). *The Classical Approach to Capital Accumulation, Classical theory of Economic Growth*. UMEA University, Suecia.
- Lichtenberg, F. (1995). The output contributions of computer equipment and personnel: A firm level analysis. *Econ. Innov. New Techn*, 3(4), 201-217.
- Lowe, A. (1954). The classical theory of economic growth. *Social Research*, vol. 21, num 2, pp. 127- 158.
- MacKay, D. J. (2003). *Information theory, inference and learning algorithms*. Cambridge university press.
- Malthus, T. R. (1826). *An Essay on Principles of Population (Sixth Edition)*, Londres. La primera edición (verwión) de 1803 disponible en español: *Primer Ensayo sobre la Población*, Mineva, México, 2000.
- Mankiw, N.E., Romer, D., and D.N. Weil. 1992. "A Contribution to the Empirics of Economic Growth." *Quarterly Journal of Economics* 107:407–37
- Marx, K. (1867). *Das Kapital. Kritik der polistischen Oeconomie. (Vol. I)*. Verlag von Otto Meisner. Versión española: *El Capital. Crítica de la Economía Política*, Fondo de Cultura Económica, México, 2004.
- Ngwenyama, O., Andoh-Baidoo, F., Bollou, F., & Morawczynski, O. (2006). Is there a relationship between ICT, Health, Education and development? An emprical analysis of five West African countries from 1997-2003. *The Electronic Journal on Information Systems in Developing Countries*, 1-11.
- Nordhaus, W. (2001). *Technology, Economic Growth, and the New Economy*. Boston: NBER.
- OCDE. (2012). *Estudio de la OCDE sobre políticas y regulación de telecomunicaciones en México*. Ginebra: OECD Publishing.
- Osborne, J. W., & Costello, A. B. (2009). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis. *Pan-Pacific Management Review*, 12(2), 131-146.
- Ren, F., & Dewan, S. (2015). Industry-Level Analysis of Information Technology Return and Risk: What Explains the Variation?. *Journal of Management Information Systems*, 32(2), 71-103.
- Ricardo, D. (1817). *On the principles of Political Economy and Taxation*, John Murray, London. Versión en Español: *Principios de Economía Política y Tributación*, Madrid, 2003.
- Ríos J., (2005), *La educación, las remuneraciones y los salarios en México*, Comercio Exterior, Vol. 55, Núm. 5, mayo. México.
- Romijn, H. (1999): *Acquisition of Technological Capability in Small Firms in Developing Countries*, Londres, Macmillan.

Rovira, S., P. Santoleri, and G. Stumpo (2013) Incorporación de TIC en el sector productivo: uso y desuso de las políticas públicas para favorecer su difusión, in Entre mitos y realidades TIC, políticas públicas y desarrollo productivo en América Latina, S. Rovira and G. Stumpo (Editors) CEPAL, Santiago de Chile

Smith, A. (1776). *The Wealth of Nations*. New York: The Modern Library. Traducción al Español: *La Riqueza de las Naciones*, Shandon Press, 2016.

Solow, R. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. *Review of Economics and Statistics* (39)

Solow, R. M. (1956), A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, núm. 1.

Spence, M. (1973) Job Market, Signalling, *Quarterly Journal of Economics*, vol. 87, núm. 3, agosto pp. 355-374

Tarutè, A., & Gatautis, R. (2014). ICT impact on SMEs performance. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 110, 1218-1225.

Wimble, M., & Singh, H. (2015). A Multilevel Examination of Information Technology and Firm Performance: The Interaction of Industry and Firm Effects.

Youssef, A. Martin, L. y Omran, N. (2014) The complementarities between Information and Communication Technologies Use, New Organizational Practices and Employee's Contextual Performance: Evidence from Europe in 2005 and 2010, *Editions Dalloz*, 124 (4), pp.493-504.

## Apéndice 1. Taxonomía de TIC

<b>Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)</b>	Telecom	Voz
		Transmisión de datos
		Internet
	Consumibles	Consumibles de impresión
		Otros consumibles
	Equipo	Componentes para dispositivos personales
		Equipo telecom
		Periféricos
		Servidores
		Dispositivos personales de acceso
	Software	Aplicativo
		Herramental
		Infraestructura y seguridad
	Servicios TI	Planeación
		Implementación
		Operación
		Soporte
	Servicios en la nube	IaaS
PaaS		
SaaS		
<b>Fuente: Select (2015), Modelo de la Oferta TIC</b>		

## Apéndice 2. Comparación Taxonomía e Información ENTIC

Taxonomía			Variables disponibles en ENTIC	
	Gran agrupación	Desgloce	Variables de disponibilidad de infraestructura	Variables de gasto
Tecnologías de la información y comunicación	Telecomunicaciones	Voz (fija y móvil)	Cuenta con línea fija	Gasto total en telecomunicaciones
			Cuenta con línea móvil	
		Transmisión de datos	ND	
		Internet	Cuenta con internet	
	Consumibles	Consumibles de impresión	ND	ND
		Otros consumibles	ND	ND
	Equipo	Computadoras	Cuenta con computadora	ND
		Equipo Telecom	ND	ND
		Periféricos	ND	ND
		Servidores	Cuenta con servidores	ND
		Dispositivos personales de acceso	ND	ND
	Software	Aplicativo	Cuenta con Software Aplicativo	Gasto total en software y aplicaciones
		Herramental	Cuenta con Software Herramental	
		Infraestructura y seguridad	Cuenta con Software de seguridad	
	Servicios TI	Planeación	ND	ND
		Implementación	ND	ND
		Operación	ND	ND
Soporte		ND	ND	
Servicios en la nube	Infraestructura como Servicio	Cuenta con servicios de infraestructura en la nube	Gasto total en almacenamiento en la nube	
	Plataforma como Servicio	Cuenta con servicios de plataforma en la nube		
	Software como Servicio	ND		

Fuente: Elaboración propia con base en taxonomía propuesta e información disponible en la ENTIC, 2009 y 2013.

### Apéndice 3. Variables disponibles para evaluar los usos de TIC

Información disponible en la encuesta ENTIC para evaluar los usos tecnológicos de las organizaciones		
Usos de internet	Usos de software	Usos de nube
Utilizó internet para búsqueda de información	Utilizó software para administración de nómina	Utilizó nube para almacenar información
Utilizó internet para transferencia de información	Utilizó software para recursos humanos	Utilizó nube para memoria de procesos críticos
Utilizó internet para atención a proveedores	Utilizó software para contabilidad	Utilizó nube para incrementar capacidad computacional
Utilizó internet para dar servicio a clientes	Utilizó software para administración de compras y pagos	Utilizó nube para mejorar tráfico de datos
Utilizó internet para realizar transacciones financieras	Utilizó software para facturación	Utilizó nube para realizar comercio electrónico
Utilizó internet para realizar pagos no gubernamentales	Utilizó software para uso de información	Utilizó nube para aplicaciones de negocio
Utilizó internet para publicidad	Utilizó software para ventas	Porcentaje del volumen de datos almacenados en la nube
Utilizó internet para reclutamiento de personal	Utilizó software para inventarios	Porcentaje de servicios TIC que se realizan en la nube
Utilizó internet para acceder a sitios gubernamentales	Utilizó software para administración	
Utilizó internet para realizar capacitación a distancia	Utilizó software para control de procesos	
Utilizó internet para realizar trámites	Utilizó software para diseño	
Utilizó internet para pagos de servicios	Utilizó software para logística	
Utilizó internet para pago de impuestos	Utilizó software para producción	
Utilizó internet para levantar quejas y denuncias		
Utilizó internet para consulta de saldos		
Utilizó internet para transferencias de dinero		
Utilizó internet para realizar inversiones no bursátiles		
Utilizó internet para pago de seguros		
Utilizó internet para pago a proveedores		
Utilizó internet para depositos a clientes		
Utilizó internet para pago de nómina		
Utilizó internet para pago de servicios		
Utilizó internet para pago de impuestos		

Fuente: Elaboración propia con base en información disponible en la ENTIC, 2009 y 2013.



## Efficiency and Persistence of Spanish Absolute Return Funds

SOLÓRZANO-TABORGA, PABLO

Universidad Rey Juan Carlos (Spain)

E-mail: p.solorzano@alumnos.urjc.es

ALONSO-CONDE, ANA BELÉN

Departamento de Economía de la Empresa

Universidad Rey Juan Carlos (Spain)

E-mail: ana.alonso@urjc.es

ROJO-SUÁREZ, JAVIER

Departamento de Economía de la Empresa

Universidad Rey Juan Carlos (Spain)

E-mail: javier.rojo@urjc.es

### ABSTRACT

Performance measurement is an area of crucial interest in asset valuation and investment management. High volatility as well as time aggregation of returns, amongst other characteristics, may distort the results of conventional measures of performance. In this work, we study the performance of 115 Spanish Absolute Return Funds in the period 2010-2015, using the Sharpe, Treynor, Jensen and Modified Sharpe ratios. We then apply Data Envelopment Analysis to classify the funds in order to avoid the problems arising from the non-normality of their returns, since non-gaussian returns do not pose a problem in Data Envelopment Analysis implementation. In addition, we apply the Malkiel, Brown and Goetzman test and the Rude and Khan test in annual periods to determine the existence of persistence. Finally, we study the relationship between efficiency and persistence in order to determine the relationship between both measures and to support decision-making processes. The results show a significant relationship between cross efficiency and Modified Sharpe ratios as well as the existence of persistence for annual periods. Nevertheless, the results do not allow concluding any relationship amongst efficiency and persistence.

**Keywords:** Data envelopment analysis; persistence; hedge funds; absolute return funds; mutual funds.

**JEL classification:** G11; C61.

**MSC2010:** 91G70; 90C05.

# Eficiencia y persistencia de los fondos de retorno absolutos españoles

## RESUMEN

La medida de la *performance* es un área de crucial interés en la valoración de activos y selección de inversiones. Elevadas volatilidades, así como la agregación temporal de rendimientos, entre otras características, pueden distorsionar los resultados de las medidas convencionales de *performance*. En este trabajo, estudiamos la *performance* de 115 fondos de retorno absoluto españoles en el periodo 2010-2015 usando los ratios de Sharpe, Treynor y Jensen y el ratio de Sharpe modificado. Posteriormente, para clasificar los fondos se aplica el Análisis Envolvente de Datos (Data Envelopment Analysis, DEA) en aras de evitar los problemas derivados de la no normalidad de los rendimientos, dado que rendimientos no gaussianos no suponen un problema a la hora de implementar el Análisis Envolvente de Datos. Adicionalmente, se aplica el test de Malkiel, Brown y Goetzman y el test de Rude y Khan en periodos anuales para determinar la existencia de persistencia. Finalmente, se estudia la relación entre eficiencia y persistencia con objeto de determinar la relación entre ambas medidas y apoyar el proceso de toma de decisiones. Los resultados muestran una significativa relación entre eficiencia cruzada y el ratio de Sharpe modificado, así como la existencia de persistencia en periodos anuales. No obstante, los resultados no permiten concluir en ninguna relación directa entre eficiencia y persistencia.

**Palabras claves:** análisis envolvente de datos; persistencia; fondos de cobertura; fondos de retorno absoluto; fondos de inversión.

**Clasificación JEL:** G11; C61.

**MSC2010:** 62-07; 65S05.



## 1. Introduction.

For over fifty years, measuring of the performance of capital markets has been an area of crucial importance in asset valuation and investment management. In this field, the study of the risk-return ratios of mutual funds has attracted much of the attention of academic research in, amongst other purposes, assessing the ability of managers to systematically beat the market. In this context, measures such as the Sharpe ratio, Treynor ratio or Value at Risk have often been cited and intensively used in financial literature.

In any case, the problems and limitations of these measures are well known and most of them are due to the high volatility of returns in the financial markets, as well as the properties of time aggregation of returns and volatilities, amongst other reasons. Measures such as the tracking error offset part of the first problem, although the analysis of the performance of investments remains a controversial and extremely important area in investment management, as well as to understand the pricing processes.

All the problems mentioned above are even worse in the case of specific investments such as Hedge Funds. The presence of non-Gaussian returns in most cases implies that measures traditionally used to prioritize and evaluate investments should be adjusted or are simply useless in these cases.

In this context, the aim of this paper is to analyze the efficiency and persistence of the Absolute Return Funds traded in Spain, determining whether or not they have achieved higher returns with respect to the market. The main difference between Absolute Return Funds and traditional funds is the fact that the former are intended to offer investors a positive return independently of the market movements, and to accomplish this purpose the managers can use a range of tools broader than the classic funds<sup>1</sup>. The present paper use data provided by Morningstar for Spanish mutual funds in the period 2010-15, within the category Absolute Return Funds.

A powerful and versatile approach to study efficiency is Data Envelopment Analysis (DEA), a technique of a non-parametric nature that measures the relative efficiency of organizational units in situations where there are multiple inputs and outputs.

Likewise, in precise terms DEA is a technique for measuring efficiency based on obtaining an efficient frontier from a set of observations, without requiring an estimation of any production function, i.e. without the need to know any specific functional relationship between inputs and outputs<sup>2</sup>. DEA models are based on the quantities of input used and output produced by a set of Decision Making Units (hereinafter called DMUs) to determine the best options by comparing each DMU with all possible linear combinations of options of all the units in the sample.

In short, DEA is an alternative to parametric methods<sup>3</sup>, aimed at obtaining a hyperplane that best fits a set of observations. Indeed, non-parametric methods as DEA try to optimize the efficiency measure of each unit analyzed in order to create an efficient frontier based on the criterion of Pareto (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1981, 1997). Thus, in the application of the methodology, a first empirical production frontier is constructed and every observation unit that does not belong to the efficient frontier is then evaluated.

---

<sup>1</sup> It is important to note that, unlike hedge funds, Absolute Return Funds cannot assume short positions.

<sup>2</sup> However, it is necessary, as explained below, to make some assumptions about the functional relationship: convexity and continuity. This contrasts with the statement of Charnes et al. (1997) that points that DEA does not require any assumptions about the functional form that relates inputs and outputs.

<sup>3</sup> Parametric methods assume the existence of a function that relates inputs to outputs. In any case, non-parametric methods are neither stochastic, since they do not assume that the non-measured efficiency follows any type of distribution of probability.

At the beginning of this introduction, the importance of analyzing, measuring and evaluating efficiency was highlighted, but the role of the return on capital is also highlighted as a key element to compete. In other words, the goal is not only to obtain a profit, but to do so persistently over time. As shown below, literature provides little evidence of a superior outperforming in the market by mutual funds at an aggregate level. However, certain managers have the ability to beat the benchmark and the pattern may persist for successive periods of time. Therefore, as is well known, analysis of the persistence of the profitability of mutual funds is a critical area, both academically and in practice. Academically, persistence tests the efficient market hypothesis, while in practice if past performance is not indicative of a certain future performance, passive management could be the best alternative for investors.

Nowadays, the presence or absence of persistence in the profitability of mutual funds is a controversial issue, as is the delimitation of the possible time intervals for which cannot be rejected the hypothesis of persistence. In any case, information on the presence or absence of persistence is extremely useful for the market to provide in clues to investors about the importance of past performance in the fund selection process, as well as in efficient market hypothesis research. In this regard, this paper compares the results on persistence with the ranking provided by the DEA methodology, in order to determine a framework of investment decision making based on efficiency and continuous repetition of results over time.

This paper has been structured into the following sections: The main contributions of the literature on DEA are reviewed in section 2 as well as those on persistence. Section 3 introduces features and estimation models on efficiency and persistence. Section 4 shows the results of the empirical analysis of efficiency and persistence and the relationship between persistence and DEA. Section 5 concludes.

## **2. Review of literature relating to dea and persistence.**

As mentioned above, DEA methodology –developed by Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978– is a non-parametric method for estimating production frontiers and evaluating the efficiency of a sample of production units or DMUs. In this type of analysis, the relative efficiency of each DMU is calculated by comparing its input and output to the other DMUs. DEA has been used mainly to analyze the efficiency of non-profit organizations, where measures to quantify the profits are particularly difficult to calculate and especially in the public sector. In any case, in recent years DEA methodology has been used in other sectors, with particular reference to the field of financial institutions.

The first time this analysis was introduced into the study of traditional mutual funds was by Murthi, Choi and Desai (1997). Also, about the same time, in the works of McMullen and Strong (1998), Galagedera and Silvapulle (2002), Basso and Funari (2001, 2003), Lozano and Gutiérrez (2008) and Zhao, Wang and Lai (2011). In the particular case of the analysis of hedge funds the works of Gregoriou and Gueyie (2003), and Gregoriou, Sedzro and Zhu (2005) are outstanding. Murthi et al. (1997) highlight several shortcomings of the traditional approach and propose an index to measure performance, in which a relationship between performance and the expense ratio, transaction volume, risks and costs is established. This efficiency index is known as the Portfolio DEA efficiency index (DEPI). In addition, this index is useful in the analysis of mutual funds in the context of its hypothetical efficiency in mean-variance space.

McMullen and Strong (1998) analyze 135 stock funds, claiming that only a few funds are efficient; surprisingly the most popular funds showed poor performance. They also indicate that DEA is a function of multifactorial utility that is more appropriate than traditional performance indexes, which are limited to considering only one or two factors. Morey and Morey (1999) take risk and performance as input and output variables and compare them with a benchmark portfolio constructed with funds of the same class. This work raises efficiency according to different temporary measures, using a quadratic DEA model with constraints that

takes the variance as input and the average return as output. This work is extended by Brieu and Kerstens (2009). Babalos, Doumpos, Philippas and Zopounidis (2012) propose a methodology that combines DEA with a multicriteria approach in order to analyze the efficiency and performance of more than 500 mutual funds in the period 2003-2010, concluding that the ratings provided by Morningstar are very close to efficiency.

Basso and Funari (2001) extend the use of DEA for the Italian market and find a high correlation between DEA and traditional indices of performance, like Treynor, Sharpe and Jensen, indicating that the deficiencies of the classic indices of performance can be offset by this technique.

Gregoriou et al. (2005) evaluate the return of 614 hedge funds and compare the performance of different types of strategies. Their results indicate that DEA is a trustable measure in the presence of returns with non-Gaussian distributions –as is the case of hedge funds– complementary to the traditional techniques of econometric analysis. Some authors combine DEA with stochastic dominance (Kuosmanen and Kortelainen, 2007; Lin and Chen, 2008; Lozano and Gutiérrez, 2008). They all conclude highlighting the usefulness of the methodology in comparison and analysis processes.

The main works on DEA and mutual funds are summarized in Table 1. It specifically includes some works on hedge funds that we have considered relevant. As a general rule, DEA studies offer a clear idea of its usefulness for studying the performance of mutual funds and its ability to handle multiple inputs and outputs. However, the performance measures that take into account risk and profitability provide oversimplified results, as they do not consider transaction and information costs.

Referring to the literature on persistence in performance, Sharpe (1966) began the research by studying rank correlations from his own ratio. More specifically, the author classifies funds according to their evolution in more than two consecutive periods, finding significant positive correlations indicative that past performance could be an indicator of future results. Grinblatt and Titman (1992) analyze 279 funds using different portfolio reference points over periods of five years. Their work reveals the presence of persistence over time, this persistence being consistent with the ability of the managers to obtain abnormal returns. Further to this paper, Grinblatt and Titman (1993) study quarterly fund portfolios from 1976 to 1984, concluding the existence of an alternative measure for performance without using a reference portfolio, so that skilled managers will have positive covariances between the weighting of the assets in their portfolios and the returns on those assets, thus demonstrating predictive capacity.

Goetzmann and Ibbotson (1994) show that past risk-adjusted performance can predict future performance for the period 1976-1988. Brown and Goetzmann (1995) continue the study examining the same period 1976-1988, with results that suggest an abnormal functioning of USA mutual funds which seems to indicate the presence of persistence. In this regard, they conclude that the persistence appears to be correlated through the managers. This is important because it tells us that persistence is not likely to be due to individual managers who choose securities that other managers overlook. This is a collective reason, where there is a herd behavior (Grinblatt & Titman, 1994). The study also suggests that the market is incapable of disciplining underperforming funds and its presence in the sample contributes to a pattern of relative persistence.

**Table 1. Literature, measures and type of mutual funds in DEA analysis**

Author	Year	Type	Model	Input	Output
Murthi et al.	1997	MF	CRS	Standard deviation, expense ratio, turnover, loads	Average performance
McMullen and Strong	1998	MF	CRS with restrictions in weightings	Standard deviation, minimum investment, expense ratio, loads	Average performance
Morey and Morey	1999	MF	Quadratic constrained DEA	Variance	Average performance
Wilkens and Zhu	2001	HF	VRS	Standard deviation, percentage of negative periods	Average performance, asymmetry, minimum performance
Basso and Funari	2001	MF	CRS	Beta, lower partial moments, loads	Average performance
Tarim and Karan	2001	MF	CRS with weight restrictions	Standard deviation, expense ratio, loads	Average performance
Choi and Murthi	2001	MF	CRS and VRS	Standard deviation, expense ratio, turnover, loads	Standard deviation, expense ratio, turnover, loads
Galagedera and Silvapulle	2002	MF	VRS	Standard deviation of 1,2,3,5, operating expenses, minimum initial investment	1,2,3,5 gross yield
Haslem and Scheraga	2003	MF	CRS	Percentage of cash, price to earnings ratio, price to book ratio, total assets	Sharpe index
Basso and Funari	2003	MF	CRS	Subscription cost, two measures of risk	Expected return, ethical indicator
Sengupta	2003	MF	VRS	Beta, expense ratio, turnover, load	Average performance, asymmetry
Gregoriou and Gueyie	2003	HF	VRS, Cross-efficiency, Super-efficiency	Lower partial moments of order 1, lower partial moments of order 2, lower partial moments of order 3	Higher partial moments of order 1, higher partial moments of order 2, higher partial moments of order 3
Anderson, Brockman, Giannikos and McLeod	2004	MF	CRS	Standard deviation, sales, management expense ratio, minimum initial investment	1 year return, 2 year return, 3 year return, 4 year return
Chang	2004	MF	Non-standard DEA	Standard deviation, beta, total assets, load	Average performance
Briec, Kerstens and Jokung	2007	MF	Quadratic restriction DEA (extended)	Variance	Average performance
Gregoriou et al.	2005	HF	VRS, Cross-efficiency, Super-efficiency	Lower partial moments of order 1, lower partial moments of order 2, lower partial moments of order 3	Higher partial moments of order 1, higher partial moments of order 2, higher partial moments of order 3
Wilkens and Zhu	2005	HF	VRS	Standard deviation and lower partial moments of order 0	Standard deviation, kurtosis
Joro and Na	2006	MF	Cubic restriction DEA, CRS	Variance	Average performance
Nguyen-ThiThanh	2006	HF	CRS	Standard deviation and kurtosis	Average performance, asymmetry
Daraio and Simar	2006	MF	DEA, Free Disposal Hull (FDH)	Standard deviation, expense ratio, turnover, fund size	Average performance
Gregoriou	2006	MF	CRS, Cross-efficiency, Super-efficiency	Standard monthly average deviation, lower standard deviation	Downside monthly deviation, downside lower deviation
Briec and Kerstens	2009	MF	Cubic restriction DEA	Variance	Average performance, asymmetry
Lozano and Gutiérrez	2008	MF	DEA-linear programming with second order stochastic dominance	6 DEA	Average performance
Chu, Chen and Leung	2010	ETF	Range Directional Model (RDM)	Downside risk, expense ratio	Average monthly performance, higher partial moments
Tsolas	2011	ETF	Proportional Distance Function (GPDF) in DEA, 2-Tobit model	Portfolio P/CF ratio, portfolio P/B ratio, total expense ratio	Sharpe ratio and Jensen's alpha ratio
Zhao et al.	2011	MF	Quadratic restriction DEA	Standard deviation, variance	Total return
Zhao and Yue	2012	MF	Multi-Subsystem Fuzzy DEA (MFDEA)	1- Number of funds, number of types of coverage, speed of product innovation, performance weight for 1 year, performance weight for 2 year; 2- Subsystem marketing and service: cost of marketing service	1- Number of funds, number of types of coverage, speed of product innovation, performance weight for 1 year, performance weight for 2 years; 2- Scale of growth, scale average initial subscription, information service quality, total shares
Babalos et al.	2012	MF	CRS and VRS. Global multicriteria evaluation model	Gross expense ratio, turnover rate, assets and annualized standard deviation of returns	Deviation from the median return
Rubio, Hassan and Merdad	2012	Islamic MF	VRS, non-radial input orientation model	Maximum number of months fund j has been above the minimum target rate, lower partial momentum 0, lower partial momentum 4	Max drawdown, higher partial moments 0, higher partial moments 4
Matalián, Soler and Tortosa-Ausina	2014	MF	DEA Free Disposal Hull (FDH) partial frontiers	Standard deviation, daily returns, K daily returns, expense ratio, beta	Gross income, asymmetry, daily returns

Source: Own elaboration.

Malkiel (1995) provides evidence of persistence, although assuming survivorship bias, which results in some loss of adequacy. Indeed, the author explains that persistence in the sample may be due to the presence of survivorship bias. The study takes all equity funds quoted in USA in the period 1971-1991 to consider the influence of survivorship bias and concludes with the presence of persistence in seven of the nine years. Hendricks, Patel and Zeckhauser (1993) study the persistence of a set of funds quoted in USA in the period 1974-1988 by regressing returns with quarterly delays, finding persistence for up to four quarters.

Focusing our attention on the studies that eliminate survivorship bias<sup>4</sup>, Carhart (1997) finds the phenomenon of hot hands<sup>5</sup>, as noted by Hendricks et al. (1993). Jegadeesh and Titman (1993) suggest that fund managers have little ability to choose investments, since the best funds typically generate their returns by simply holding the shares that have recently had abnormal returns. Kosowski, Timmermann, Wermer and White (2006) finds that performance seems to persist amongst the top-performing funds, while Wermers (1997) and Carhart (1997) argue that momentum strategy is the reason for short-term persistence, concluding that the best performing funds in one year horizon use to perform better in the following year. As the authors note, this pattern corresponds to the momentum effect on the performance of the stocks. Moreover, different research studies show positive alphas when the investor follows a momentum strategy, which involves buying past winners and selling past losers (Hendricks et al., 1993; Carhart, 1997; Kosowski et al., 2006).

More recent studies show that performance persists in the short term (Berk & Green, 2004; Bollen & Busse, 2005; Huij & Verbeek, 2007). Berk and Green (2004) find abnormal persistence in performance for short periods of time, but not for longer periods in the case of funds with better performance. Bollen and Busse (2005) use daily frequency in order to evaluate short periods of time –specifically quarters–, finding persistence in the case of the best funds. However it seems to disappear when longer periods of analysis are used. Huij and Verbeek (2007) study short-term persistence for the period of 1984-2003 using monthly data. For this purpose, the authors develop a Bayesian approach and conclude that performance is persistent. In general, evidence shows that the repetition of the results largely disappears when longer periods of evaluation are used. Therefore, the persistence of performance can be considered as a short-term phenomenon.

With regard to studies on markets outside USA, Blake and Timmermann (1998) study the persistence of 2,300 funds in the UK during the period 1972-1995, finding persistence in the portfolios of previous winners/losers. In a more recent study, Vidal-García (2013) study the persistence of funds actively managed in six European countries in the period 1988-2010, finding evidence of persistence with robust results under the assumption of non-normal returns.

Gallefoss, Hansen, Hankaas and Molnár (2015) use daily data allowing shorter sorting periods. The author finds persistence and supports the findings of Vidal-García (2013). In addition, his

---

<sup>4</sup> It is well known that survivorship bias is one of the most important and discussed bias in performance analysis literature. It arises when a sample includes only funds that are in operation at the end of the interval considered, meaning that the funds that have disappeared are not included. Since this leads to underestimating the performance of the funds with the poorest results, it has an important effect on the analysis of performance. Survivorship bias has been well documented in literature. See Grinblatt and Titman (1989), Brown and Goetzmann (1995) and Malkiel (1995). Nevertheless, the survivorship bias can be offset by collecting data on all the funds in the period under analysis and then calculating the average annual return in the full sample. This return has to be compared with the average annual return of the surviving funds; in other words, those that are still in operation at the end of the sample period. The difference between the two results provides an estimate of survivorship bias (Malkiel, 1995).

<sup>5</sup> The term "hot hands" comes from sport jargon and more specifically from the belief that a player that scores more points than his peers is more likely to continue doing so, although not true. By analogy, according to the hot hands theory, a fund that obtains better (or worse) returns will tend to continue obtaining them in the future. This effect can be linked indirectly with momentum strategies, where the inertia of purchases helps maintain high prices in periods with higher returns, keeping such outperformance even in case of changes in fundamentals.

results suggest that the abnormal underperformance of funds is persistent, which is consistent with the findings of Bollen and Busse (2005).

Table 2 summarizes the main characteristics of the reported studies on persistence.

**Table 2. Research, measures and types of funds in the analysis of persistence**

Authors	Year	Period	Number of funds	Country	Persistence	Comments
Sharpe	1966	1954-1963	34	USA	YES	Past and future. Ranking positively correlated
Jensen	1968	1945-1964	115	USA	NO	Future performance not predictable
Carlson	1970	1948-1967	82	USA	YES	Persistence in 5 years but not in 10 years
Grinblatt and Titman	1992	1974-1984	279	USA	YES	Weak evidence in 5 years
Hendricks et al.	1993	1974-1988	164	USA	YES	Quarterly persistence
Goetzmann and Ibbotson	1994	1976-1988	728	USA	YES	Persistence in 3 years
Kahn and Rudd	1995	1983-1990	300	USA	PARTIALLY	Persistence in funds comprised of bonds but not stocks
Brown and Brown and Goetzmann	1995	1976-1988	829	USA	YES	Persistence in 1 year
Malkiel	1995	1971-1990	724	USA	PARTIALLY	Persistence in the 70's but not in the 80's
Elton, Gruber and Blake	1996	1977-1993	188	USA	YES	Persistence in 1 and 3 years
Gruber	1996	1985-1994	270	USA	YES	Alfa of 4 factors is predictive
Carhart	1997	1962-1993	1892	USA	NO	Persistence due to momentum
Blake and Timmermann	1998	1972-1995	2300	UK	YES	Short-term persistence
Ribeiro, Paxson and Da Rocha	1999	1994-1998	12	Portugal	PARTIALLY	Persistence only in returns
Jain and Wu	2000	1994-1996	294	USA	NO	Impaired persistence
Bollen and Busse	2005	1985-1995	230	USA	YES	Quarterly persistence
Busse, Goyal and Wahal	2008	1991-2007	4617	USA	NO	Annual and quarterly persistence
Ferreira, Keswani, Miguel and Ramos	2010	2003-2007	5773	International	YES	Annual persistence
Vidal-García	2013	1988-2010	1050	Europe	YES	Annual persistence

Source: Own elaboration.

### 3. Efficiency and persistence. Features and estimation models.

#### 3.1. DEA: Data Envelopment Analysis.

In order to analyze the efficiency of Spanish Absolute Return Funds, we use the same inputs and outputs for the different DEA metrics, which are detailed below. However, it is firstly necessary to specify the kind of return considered in the study: constant returns to scale, decreasing returns to scale or growing returns to scale. On the one hand, hedge funds need a minimum capital to run their strategies. Indeed, some of them seek to exploit small inefficiencies and frequently this can only be achieved with greater capital investment. This fact allows achieving economies of scale through the increase in the size and efficiency of the fund. However, upon reaching a certain size, there may be risks of contagion affecting the market, especially if investments in non-liquid securities are kept. Furthermore, in this context, it is difficult to find enough profitable investment opportunities which, combined with high fixed costs, produces decreasing returns to scale. On the other hand, assuming constant returns implies ignoring economies of scale. Small funds can obtain increasing returns to scale that can become decreasing returns to scale after reaching a certain size. In short, variable returns to scale seem appropriate to apply DEA to investments such as hedge funds.

In literature, many authors use constant returns to scale (hereinafter CRS) and the research developed by Murthi et al. (1997) is pioneer in this regard. As the authors note, the CRS model has the advantage of allowing a generalization of the indicators of economic efficiency, as for example is the case of the Sharpe ratio. Basso and Funari (2001) come to the same conclusion. By contrast, variable returns to scale (hereinafter VRS) are often used without an explicit discussion of the reasons. In any case, the VRS models are more flexible, as Glawischnig and Sommersguter-Reichmann (2010) point out. In this context, it is also necessary to highlight the research by McMullen and Strong (1998) and Thanassoulis, Kortelainen and Allen (2011).

In order to assess the impact of the model selection, in the empirical analysis of this paper we use variable returns to scale VRS that are input-oriented.

Once we have defined the kind of returns used in the analysis, we then review the fundamentals of classic DEA, in which a fund is technically efficient if it maximizes the amount of output per unit of input –in other words, obtains maximum return– or minimizes the amount of input per unit of output –in other words, minimizes the risk assumed.

The DEA methodology allows detection of efficient units in a given range of homogeneous DMUs. The DMU with an efficiency score of 1 is considered efficient, whereas a score below 1 indicates that the unit is inefficient. The relative efficiency provided by DEA means that DMUs are efficient or inefficient with respect to other sample DMUs.

Since we use VRS and have chosen an input orientation, the maximum efficiency of fund  $i$  can be estimated by linear programming. Thus, the formulation of the VRS is represented in the following expression adopting the fractional formulation:

$$Max_{(\alpha, v_i, u_r)} h_o = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + u_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (1) \quad [1]$$

Subject to:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + u_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, j = 1 \dots n \quad [2]$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad \forall r, i$$

where the meaning of each variable is as follows:

$y_{r0}$ : Number of outputs (1, 2... r) produced by the unit evaluated.

$u_r$ : Weightings, equivalent to the price of the output ( $y_{10}, y_{20}, \dots, y_{r0}$ ).

$x_{i0}$ : Number of inputs (1, 2... i) consumed by the unit.

$v_r$ : Weighting ( $v_1, v_2, \dots, v_i$ ) assigned by the program, which represents the price of each input and is different for each unit.

Accordingly, every time the model studies the efficiency of a DMU, the program will try to find the set of prices  $u_r$  and  $v_r$  that maximize the value of the output of the unit with respect to the cost of the inputs consumed, resulting in an efficiency ratio for each DMU.

Considering the weightings  $u_r$  and  $v_r$  for each production unit, the constraints are introduced to ensure that the ratio resulting from equation [1] is not greater than 1 for any of the DMUs studied. Therefore, a DMU is considered efficient when the other units do not have a rating

above it. In this case,  $h_0$  takes on a value of 1, while inefficient DMUs take on values of  $h_0$  between 0 and 1.

The complex calculations inherent to VRS in its fractional form require a transformation into an equivalent linear programming model, which seeks to maintain one of the two parts of the fraction fixed, to maximize/minimize the other. Taking this into consideration, one could build two different types of VRS models, depending on their orientation. As mentioned above, our study is input-orientated, so that the numerator in [1] is assumed constant:

$$\text{Min } \vartheta$$

Subject to:

$$\begin{aligned} x_i \vartheta - \chi \lambda &\geq 0 \\ Y \lambda - y_r &\geq 0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned}$$

where  $\vartheta$  represents the distance in inputs to the enveloped data,  $\chi$  is the matrix of inputs of order  $s \times n$ ,  $Y$  is the matrix of outputs of order  $s \times n$ ,  $\lambda$  the vector  $n \times 1$  of weightings and  $x$  and  $y$  represent the vectors of inputs and outputs, respectively.

One of the requirements of DEA is that inputs and outputs cannot be negative (Kerstens & Van de Woestyne, 2011). However, it is very likely that the profitability of some funds or any other variable can have a negative value. To overcome this problem, we follow the methodology proposed by Murthi et al. (1997)<sup>6</sup>, in which the same number is added to the full range of values to make them positive, thus allowing compliance with the principle of non-negativity.

All the different approaches under which DEA can be implemented must take into account the orientation of the model, either as input or output. Input-oriented VRS shows how much is required to increase the output of a fund while keeping inputs constant, in order to make inefficient funds become efficient<sup>7</sup>. The efficient frontiers contain the same efficient funds using either the input or output orientation in a VRS model. Accordingly, investors may prefer models with input orientation in order to explain how an inefficient fund can become efficient by decreasing the amount of inputs, while the outputs remain constant.

The second methodology used in this analysis is super-efficiency, which constitutes an alternative approach to classifying DMUs according to their efficiency measure. This method was proposed and formalized by Andersen and Petersen (1993) and improved by Wilson (1995). Super-efficiency is implemented through a linear program similar to conventional DEA, in which each unit is compared to a linear combination of other efficient units, but with the particularity that the constraint corresponding to the DMU under study is removed. This results in the parameters no longer being bounded by the number 1 and the more efficient the DMU analyzed, the further their values move away from 1. Algebraically, it is formalized as follows:

$$\text{Min } \theta^{super}$$

Subject to:

$$\begin{aligned} \left( \sum_{j=1; j \neq 0}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta^{super} x_{i0} \right) \quad i = 1, 2, \dots, m; \\ \left( \sum_{j=1; j \neq 0}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{r0} \right) \quad r = 1, 2, \dots, s; \\ \lambda_j \geq 0 \quad j \neq 0 \end{aligned}$$

<sup>6</sup> See also Wilkens & Zhu (2001) and Kerstens & Van de Woestyne (2011).

<sup>7</sup> See Zhu (1996) for a rigorous sensitivity analysis of the CRS model.

For an efficient DMU, the difference between 1 and its score indicates the worsening that the DMU could withstand while remaining efficient. In the input minimizer version, the unit that has proven efficient according the conventional model will obtain a ratio above 1 and its corresponding complementary value indicates the increase of the inputs that the DMU could withstand while remaining efficient.

To finish this summary of methodologies, we refer to the cross-efficiency matrix, developed by Sexton, Silkman and Hogan (1986) and later by Doyle and Green (1994). This approach is run through a table containing information on how each efficient unit relates to the other units. Thus, amongst the units with efficiency equal to 1, the methodology discriminates the most efficient units by obtaining average efficiencies. The best results are likely to arise in the case of relatively efficient units, showing high average efficiencies<sup>8</sup> in the matrix of cross-efficiency. This method provides a measure of the efficiency in the ranking of DMUs. The formulation of the cross-efficiency matrix is:

$$Max E_{kk} = \frac{\sum_{r=1}^s u_{kr} \cdot y_{kr}}{\sum_{i=1}^m v_{ki} \cdot x_{ki}}$$

Subject to:

$$E_{kj} \leq 1, \text{ for every } DMU_j \text{ including } DMU_k, \text{ with } j=1, \dots, n.$$

$$u_{kr}, v_{ki} \geq 0; \quad r = 1, 2, \dots, s; \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

where  $u_{kr}, v_{kr}$  are the weightings of inputs and outputs.

In any case, the problem can become linear by using the following transformation:

$$Max E_{kk} = \sum_{r=1}^s u_{kr} \cdot y_{kr}$$

and by adding the constraint  $\sum_{i=1}^m v_{ki} \cdot x_{ki} = 1$ .

Thus, the cross-efficiency matrix for a set of  $n$  units can be represented as follows:

DMU Ranking	1   2   ...   k   ...   n	Average valuation by pairs
1	$E_{11} E_{12} \dots E_{1k} \dots E_{1n}$	$A_1$
2	$E_{21} E_{22} \dots E_{2k} \dots E_{2n}$	$A_2$
...	...   ...   ...   ...	...
k	$E_{k1} E_{k2} \dots E_{kk} \dots E_{kn}$	$A_k$
...	...   ...   ...   ...	...
n	$E_{n1} E_{n2} \dots E_{nk} \dots E_{nn}$	$A_n$
$\bar{E}_1 \quad \bar{E}_2 \quad \dots \quad \bar{E}_k \quad \dots \quad \bar{E}_n$ Average value of pairs		
$\bar{E}_j = \frac{1}{n} \sum_{d=1}^n E_{dj}$		

where  $\bar{E}_j$  is the average that represents cross-efficiency.

<sup>8</sup> Average efficiencies are calculated by the arithmetic mean of the efficiency ratios of the units that were classified as efficient.

Thus, the cross-efficiency calculates the score of efficiency corresponding to each DMU  $n$  number of times, using the virtual multipliers obtained in each of the  $n$  previously determined linear programs. The efficiency resulting from the cross-efficiency method can be summarized in the matrix above, where each result represents the score obtained by the fund  $j$  in the  $k$  DEA, i.e., the performance of mutual fund  $j$  is evaluated using the weightings obtained by mutual fund  $k$ . It should be noted that all elements of the matrix are in the range from 1 to infinity and the diagonal elements represent the standard efficiency score of DEA (the diagonal elements are equal to 1 for efficient funds and greater than 1 for inefficient funds, according to conventional DEA).

The two main advantages of cross-efficiency are that, on the one hand, it provides an order for the different DMUs which is consistent, and the second advantage means that all DMUs are evaluated with the same set of weightings, which does not happen with the original scores of the DEA, missing the interpretation of the scores and their direct relationship on weightings.

### 3.2. Persistence: performance measures and non-parametric test.

This section describes the different measures used to detect the phenomenon of persistence in the performance of portfolios, by comparing the performance achieved by the portfolios in a number of consecutive periods of time that make up the overall time horizon. The analysis of the persistence of performance is a very useful area defining expectations of the future profitability of investments, thereby serving as a guide in the selection of assets.

Research on the persistence of return of mutual funds has two main disadvantages. The first is that, in many cases the results of such work either do not match or cannot be compared. The second comes from survivorship bias. Indeed, the use of profitability gained by the fund or returns adjusted for risk and the use of representative market indices determine the results. These can vary significantly depending on the time horizon chosen, as well as the characteristics of the portfolios analyzed. In this analysis, we use five variables as a measure of performance: the return of the funds, the Sharpe ratio, the Modified Sharpe ratio, Treynor ratio and the Jensen ratio.

It should be observed that the Modified Sharpe Ratio, developed by Gregoriou and Gueyie (2003), has the following expression:

$$\text{Modified Sharpe Ratio} = \frac{R_i - R_f}{MVAR_i}$$

This ratio allows considerate the non-normality of returns through the MVaR variable. The MVaR is similar to the classic Value at Risk (VaR), but usually provides better results in the case of investments with extreme negative returns. Based on an estimate of the Cornish-Fisher expansion, MVaR is defined as:

$$MVAR_{1-\alpha} = \mu + Z_{cf,\sigma} \sigma$$

where:

$1-\alpha$ : Confidence level of the MVaR.

$\mu$ : Drift parameter.

$\sigma$ : Standard deviation of asset return.

$Z_{cf,\sigma}$ : Cornish-Fisher expansion.

Also, Cornish-Fisher expansion is defined as:

$$Z_{cf,\alpha} = Z_{\alpha} + \frac{1}{6} (Z_{\alpha}^2 - 1)S + \frac{1}{24} (Z_{\alpha}^3 - 3Z_{\alpha})K - \frac{1}{36} (2Z_{\alpha}^3 - 5Z_{\alpha})S^2$$

where:

$Z_{\alpha}$ : Standard normal distribution.

S: Skewness.

K: Kurtosis.

Once we have defined the performance measures we use below, now we will expose the bases of the non-parametric contrast methodologies used.

### *Contingency tables*

This methodology is based on the comparison of performance ratings at two consecutive times, distinguishing in both periods two subsets of portfolios (winners and losers) using the median criterion. The funds are therefore classified as WW, if they are winners in two consecutive periods, LL if they are losers in two consecutive periods, WL if they are winners and losers and LW if they are losers and winners.

As noted, the characterization of a portfolio as winner or loser is performed through the median. Thus, the most efficient half of each classification will consist of the winning portfolios and half less efficient portfolios will consist of the losers. This method is applied in each of the defined time periods.

In summary, this methodology provides a double entry contingency table, or what is the same, a 2x2 matrix in which the WW, LL, WL and LW portfolios are represented. To determine the robustness of performance persistence we apply the statistics discussed below.

### *Test Statistics*

The test statistics used to determine the significance of the level of persistence phenomenon are those proposed by Malkiel (1995), Brown and Goetzmann (1995) and Kahn and Rudd (1995).

Z statistic<sup>9</sup> of Malkiel (1995) is given by the following expression:

$$Z = \frac{(Y - np)^2}{np(1 - p)}$$

where:

Z: Z statistic, which follows a normal distribution (0,1).

Y: Number of winning portfolios in two consecutive periods.

---

<sup>9</sup> This test shows the proportion of WW relating to WW+WL, so that defining  $p$  as the probability that a winning portfolio in a period continue to win in the next period, we assign it a value equal to 0.5. If  $Z > 1.96$  we reject the null hypothesis of non-persistence at a significance level of 5%.

$n$ : Sum of number of portfolios WW and WL.

The ratio of disparity (RD) or cross-product ratio (CPR) of Goetzmann Brown (1995) is defined as follows:

$$CPR = (WW * LL) / (WL * LW)$$

From this magnitude, the following Z-statistic also follows a normal distribution<sup>10</sup>:

$$Z = \text{Ln}(CPR) / \sigma \text{Ln}(CPR)$$

$$\sigma \text{Ln}(CPR) = \sqrt{\frac{1}{WW} + \frac{1}{WL} + \frac{1}{LW} + \frac{1}{LL}}$$

Finally, Kahn and Rudd (1995) use a chi-square test, which is compared to the expected frequency of an event. In the absence of persistence, the expected number of winners-winners remaining is equal to the expected number of winners that will become losers, and the number of losers-losers remaining is equal to the expected number of losers that become winners. The Kahn and Rudd chi-square Z statistic (1995) is calculated as follows:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

where:

$O_{ij}$ : Actual frequency of the  $i$ -th row and  $j$ -th column.

$E_{ij}$ : Expected frequency of the  $i$ -th row and  $j$ -th column.

In the case of a 2x2 contingency table this distribution has a degree of freedom. A priori, the four expected frequencies would show the same value (total number of funds divided by four), so the  $X^2$  statistic<sup>11</sup> could be reformulated. Ribeiro et al. (1999) define the chi-square statistic with one degree of freedom as:

$$X^2 = \frac{(WW - N/4)^2 + (LW - N/4)^2 + (WL - N/4)^2 + (LL - N/4)^2}{N/4}$$

$$N = (WW + LW + WL + LL)$$

where  $N$  is the sum of the contingency table.

#### 4. Analysis of efficiency and persistence of spanish absolute return funds.

##### 4.1. Description of the data.

Initially the sample involved monthly returns of 115 Spanish Absolute Return Funds. Taking only funds with complete data throughout the time period, the number of resulting funds has been reduced to a total of 50 using the weighting of their equity in relation to the total sample as the criterion for selection. The database used has been provided by Morningstar and covers

<sup>10</sup>  $Z > 1.96$  confirms persistence in the performance at a significance level of 5%.

<sup>11</sup> If the chi-square statistic takes on a critical value above 3.84, it would be indicative of persistence in performance at a significance level of 5%.

the period from 2010 to 2015. Table 3 shows the main descriptive statistics of the sample. In Tables 7 and 8 the strategy is broken down into the subcategories provided by Morningstar.

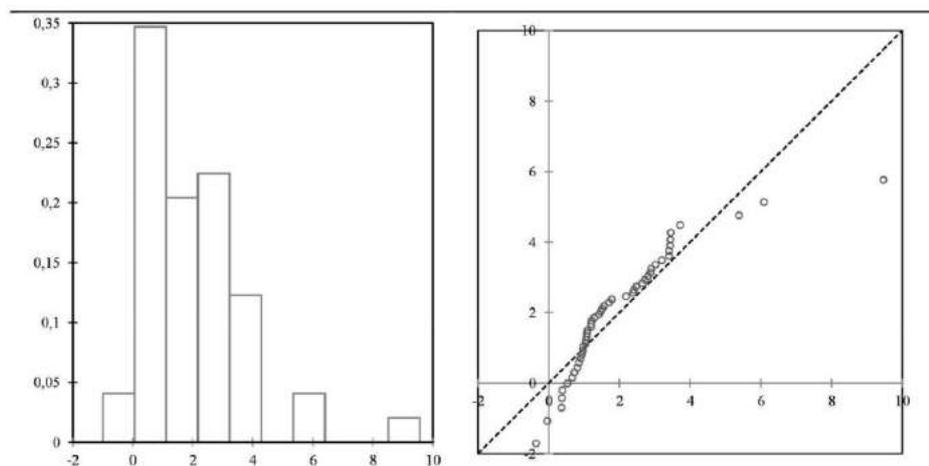
Skewness and Kurtosis are positive and this means that we are facing the possibility of extreme market events, given the concentrated nature of the data.

**Table 3. Monthly statistical summary 2010-2015**

	Average	Standard deviation	Skewness	Kurtosis	Test of J-B	Sharpe	Modified Sharpe
Absolute Return Funds	2.026	1.718	2.095	6.769	101.228**	0.502	0.1037

Significance: \*\* 0.01 \* 0.05

**Figure 1. Histogram and QQ-Plot**



In Figure 1 we observe the abnormal distribution of returns with fat tails and positive skewness. The Jarque-Bera normality test confirms the existence of non-Gaussian returns<sup>12</sup> with a confidence level of 99%. To better understand the risk-return ratio of the sample taking into account the skewness and kurtosis obtained, we will use the Modified Sharpe ratio.

#### 4.2. Determination of outputs and inputs for DEA.

In this kind of analysis one of the main problems is determining the inputs and outputs to use. In this regard it is important to note that this study analyses the activity of Spanish Absolute Return Funds rather than the financial results of that activity. We have used the same number of inputs and outputs for all DEA models, but obviously this does not mean they cannot change. When determining which and how many variables must be used, the first step is to establish the possible inputs and outputs as described in Table 4.

The question that arises at this point is which and how many of these inputs and outputs should be used for a DEA analysis of the Absolute Return Funds. As a rule, the use of the greatest number of inputs and outputs is possibly useless, because the more inputs and outputs that are used, the greater the number of DMUs that will tend to score 1. A common rule is to use a minimum of three DMUs for each input and output, as established by Bowlin (1998).

<sup>12</sup> Brooks & Kat (2002) show that the distribution of monthly returns of hedge funds provides an unusual statistical significance in the skewness and kurtosis, while showing self-correlation of order 1.

**Table 4. Monthly statistical summary (2010-2015)**

Possible inputs	Possible outputs
Lower Partial Moments 1 (LPM1)	Annualized average (AA)
Lower Partial Moments 2 (LPM2)	Geometrical profitability 5Y (GP 5y)
Lower Partial Moments 3 (LPM3)	Geometrical profitability 3Y (GP 5y)
Standard deviation (SD)	Maximum profitability (RMax)
Kurtosis (K)	High Partial Moments 1 (HPM1)
Minimum profitability (RMin)	High Partial Moments 2 (HPM2)
Value at Risk (VaR)	High Partial Moments 3 (HPM3)
Modified Value at Risk (MVaR)	Skewness (S)
Maximum Drawdown (MaxD)	
Media Drawdown (MD)	
Drawdown Standard Deviation (SD D)	

For the inputs we have chosen risk measures and for the outputs measures of profitability. Both risk and profitability are the two most important factors in the analysis of the performance of funds, considered as productive processes. To determine the concrete variables to use, there are several methods such as the Principal Components Analysis, the Ruggiero method (Ruggiero, 2005), which uses regressions, or the Bootstrapping method of Simar and Wilson (2001). Another option is the method of Jenkins and Anderson (2003) of reduction of variables through partial correlations. Fanchon (2003) suggests a five-step recursive method for determining which variables to include. In any case we have chosen the criteria of Elling (2006). According to this author, both inputs and outputs should differ from one another as far as possible, in order to determine the greatest explanatory power between measures of performance. Thus, Spearman's rank correlation coefficient (Spearman, 1904) is suggested. This measure selects inputs and outputs the least correlated as possible and, for such purpose, three steps are followed. Firstly, all measures of risk and return are computed for all funds. Secondly, the corresponding values are classified in a ranking. Finally, this ranking is used to determine the correlation of the different measures, selecting the inputs and outputs that yield the lowest result.

In summary, our analysis uses VaR and Lower Partial Moment of order 1 as inputs<sup>13</sup>, while taking the skewness and the annualized average return as outputs (see Tables 5 and 6). Once we have determined the variables used in our DEA analysis, the problem arises of negative observational data on the inputs and outputs chosen. This drawback can be overcome easily by the property of invariance, so that the data can be transformed into positive by adding a constant without changing the efficient frontier (see Wilkens & Zhu, 2001).

#### **4.3. Results of the DEA models.**

The efficiency measured by DEA is such that a fund with a score of 1 is efficient and the methodology ensures that there are no other funds that generate better results with the same inputs when the orientation is input. It should be noted that the score is not absolute, i.e., a fund with an efficiency level of 1 and a return of 10% is riskier than one with an efficiency level of 1 and a return of 8%.

<sup>13</sup> Given the non-normal returns of Absolute Return Funds, in a first moment we thought that the election of VaR could distort the results of our analysis. Nevertheless, as a proof we have applied the methodology using alternatively MVaR and the results are almost identical to those obtained from VaR. For this reason we have decided to be consistent with the Spearman's rank correlation criteria so this paper makes use of VaR as an input.

**Table 5. Spearman's rank correlation for inputs**

	LPM <sub>1</sub>	LPM <sub>2</sub>	LPM <sub>3</sub>	DS	K	RMin	VaR	MVaR	MaxD	MD	DS D
LPM <sub>1</sub>	1	0.99	0.99	0.99	-0.17	-0.95	-0.98	0.78	-0.86	0.37	-0.43
LPM <sub>2</sub>		1	0.99	0.99	-0.17	-0.95	-0.98	0.78	-0.86	0.37	-0.43
LPM <sub>3</sub>			1	0.99	-0.17	-0.95	-0.98	0.78	-0.86	0.37	-0.43
DS				1	-0.19	-0.93	-0.97	0.81	-0.88	0.36	-0.43
K					1	-0.05	0.92	-0.75	-0.83	-0.22	-0.88
RMin						1	0.92	-0.61	0.74	-0.32	0.40
VaR							1	-0.75	0.86	-0.31	0.36
MVaR								1	-0.83	0.42	-0.39
MaxD									1	-0.22	0.28
MD										1	-0.88
DS D											1

The data in this table show the results of calculations for the 50 funds with 11 inputs. The abbreviations are defined in Table 4. The measures with smaller correlations are selected as inputs. In this case, they are given by the VaR and Lower Partial Moment of order 1, with a correlation of -0.98.

**Table 6. Spearman's rank correlation for outputs**

	AA	GP 5y	GP 3y	RMax	HPM 1	HPM 2	HPM 3	S
AA	1.00	0.99	0.86	0.73	0.84	0.84	0.84	-0.16
GP 5y		1.00	0.99	0.62	0.73	0.73	0.73	-0.11
GP 3y			1.00	0.99	0.90	0.90	0.90	-0.14
RMax				1.00	0.99	0.94	0.94	0.00
HPM 1					1.00	0.99	1.00	-0.16
HPM 2						1.00	0.99	-0.16
HPM 3							1.00	-0.16
S								1.00

The data in this table show the results of calculations for the 50 funds with 8 outputs. The abbreviations are defined in Table 4. The measures with smaller correlations are selected as outputs. In this case, they are given by the skewness and the average return, with a correlation of -0.16.

Table 7 shows the results of the methodologies for the VRS DEA model, with a value of 1 representing efficiency as noted above. Consequently, funds with scores below 1 are considered inefficient under an output approach. As it is shown, most of the Spanish Absolute Return Funds are not efficient (66%), so the remaining 34% could be considered efficient. The strategy with the greatest number of efficient funds is "Funds of Funds – Multistrategy", with 4 funds.

It is important to note that 3 categories do not have efficient funds.

Next we analyze the breakdown of efficient and inefficient funds, studying their results through the statistics reported in Table 8. We find that almost all funds have negative skewness. However, efficient funds have a larger standard deviation as well as better returns than inefficient funds.

It is also important to notice that the Sharpe ratio is greater than the Modified Sharpe ratio, since the Modified Sharpe ratio is highly sensitive to non-normal distributions, while the standard Sharpe ratio is immune to them. In any case, the Modified Sharpe ratio is not a perfect solution to address the challenge of measuring fat tails, although it is a powerful option for risk analysis. Contrary to what the negative asymmetry points, investors prefer to reduce extreme negative events in favor of positive ones, since the main purpose of hedge funds and Absolute Return Funds is to gain positive results regardless of market behavior. For this reason, the incorporation of this type of assets into a portfolio of funds generates decorrelation and thus diversification of the portfolio.

**Table 7. Number of efficient and inefficient funds between 2010 and 2015**

Classification	Efficient funds		Inefficient funds		TOTAL
Categories of Absolute Return Funds	17	34%	33	66%	50
Debt Arbitrage	0	0%	1	2%	1
Fund of Funds – Multi-strategy	4	8%	13	26%	17
Long/Short Debt	1	2%	1	2%	2
Multi-strategy	1	2%	3	6%	4
Cautious Allocation	2	4%	4	8%	6
Cautious Allocation – Global	3	6%	4	8%	7
Diversified Bond - Short Term	1	2%	0	0%	1
Flexible Allocation	2	4%	1	2%	3
Flexible Allocation – Global	1	2%	3	6%	4
Flexible Bond	0	0%	1	2%	1
Moderate Allocation	1	2%	0	0%	1
Moderate Allocation – Global	1	2%	1	2%	2
Other Allocation	0	0%	1	2%	1

When negative skewness is present in the data, it implies that the returns of the funds are exposed to falls to a greater extent than the returns of the normally distributed funds. A large number of funds with negative skewness is not necessarily good or bad news. It simply implies that investors are aware of risk management and of the decline in expected returns that could occasionally occur in a market with that negative skewness. In conclusion, the profitability of hedge funds does not follow a normal distribution because their returns are asymmetrical and have fat tails, an aspect already described in Table 3.

**Table 8. Descriptive statistics of efficient and inefficient funds in the period 2010-2015**

	Annualized Average	Maximum Return	Minimum Return	Standard Deviation	Kurtosis	Skewness	VaR	Modified VaR	Sharpe	Modified Sharpe	JB
<i>Efficient funds</i>											
Debt Arbitrage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fund of Funds – Multi- strategy	1,28	1,74	-1,80	2,08	1,81	-0,02	-3,57	3,43	0,74	0,40	9,55
Long/Short Debt	1,19	0,69	-0,71	0,90	1,91	-0,83	-0,89	2,99	1,31	0,39	18,72
Multi-strategy	0,81	1,16	-0,88	1,23	1,79	0,25	-2,05	2,47	0,65	0,32	10,12
Cautious Allocation	2,23	1,98	-2,65	2,34	5,51	-0,38	-3,22	-22,59	0,88	-0,20	90,04
Cautious Allocation - Global	1,82	2,54	-1,95	2,90	0,68	0,24	-4,93	7,98	0,64	0,23	2,03
Diversified Bond - Short Term	0,67	1,91	-1,47	1,84	2,07	0,30	-3,60	2,47	0,35	0,26	13,50
Flexible Allocation	6,18	6,30	-7,36	7,86	1,67	-0,30	-12,10	14,97	0,75	0,61	9,16
Flexible Allocation - Global	6,09	6,99	-8,20	11,71	0,01	-0,40	-21,16	36,78	0,52	0,17	1,83
Flexible Bond	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moderate Allocation	2,48	2,88	-3,79	4,69	0,18	-0,43	-8,43	15,00	0,52	0,16	2,22
Moderate Allocation - Global	1,05	4,04	-3,01	4,45	0,89	-0,13	-9,30	11,43	0,23	0,09	2,54
Other Allocation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Inefficient Funds</i>											
Fund of Funds – Multi- strategy	1,57	1,91	-2,44	2,80	1,15	-0,63	-4,94	8,13	0,58	0,20	6,07
Long/Short Debt	-0,37	2,14	-3,90	3,54	2,83	-1,36	-8,59	3,08	-0,11	-0,12	31,99
Multi-strategy	2,09	2,35	-3,93	3,78	15,16	-2,18	-6,71	-513,89	0,43	0,14	518,62
Cautious Allocation	2,08	2,10	-2,31	3,00	1,72	-0,90	-4,91	8,09	0,71	0,11	12,97
Cautious Allocation - Global	2,32	2,34	-2,68	3,27	0,82	-0,64	-5,28	10,92	0,71	0,21	4,79
Diversified Bond - Short Term	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flexible Allocation	2,80	1,92	-1,92	3,09	0,14	-0,71	-4,40	11,67	0,90	0,24	4,20
Flexible Allocation - Global	2,52	3,66	-4,31	4,99	1,10	-0,42	-9,10	14,91	0,50	0,17	4,01
Flexible Bond	1,70	2,09	-2,23	2,00	6,04	-0,69	-2,95	-17,29	0,84	-0,10	79,99
Moderate Allocation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moderate Allocation - Global	3,45	2,98	-3,85	5,75	-0,25	-0,57	-9,92	18,75	0,60	0,18	2,85
Other Allocation	0,97	1,46	-1,52	1,71	2,58	0,04	-3,01	1,67	0,56	0,57	13,83

Regarding kurtosis, since an excess of kurtosis greater than zero implies a high probability of large gains or losses, the higher the kurtosis the higher the degree of concentration around the central values, i.e. negative and positive returns will be closer to the average. This is signal that there is a high probability that extreme market events will occur. Therefore, funds that have positive kurtosis (fat tails) do not follow normal distributions. A fat tail distribution will generally have a higher number of extreme observations (higher or lower) than a typical normal distribution.

Hedge funds (and for extension Absolute Return Funds) use dynamic strategies and earn non-linear benefits. A high modified VaR implies a lower conventional VaR. Therefore, a high Modified Sharpe ratio is due to a modified VaR close to zero. In other words, the modified VaR penalizes the funds with extreme negative returns. In this sense, it should be remembered that the difference between conventional and modified VaR comes from asymmetries and from positive or negative extreme returns (kurtosis). Comparing conventional and modified VaR reveals the impact of ignoring extreme market returns.

We can also see that the standard deviations are higher for efficient funds. The intuition that, a priori, efficient funds have higher average monthly returns and greater skewness as compared to inefficient funds is confirmed. The results indicate that the mean of monthly returns and skewness of efficient funds are higher than those of non-efficient funds.

Another aspect to emphasize is that the most efficient and inefficient funds have negative skewness. This can be explained by the existence of extreme events during the reporting period. Table 9 compares the three DEA measures used in this study with the Sharpe ratio and the Modified Sharpe ratio, using the Spearman's rank correlation coefficient and the ranking obtained according to the different scores of the measures already commented. The results generally show a weak correlation and lack of significance, except in the case of cross-efficiency and Sharpe and Modified Sharpe ratios, with correlation coefficients of 0,42 and 0,46 respectively. Therefore, although we cannot conclude that DEA and Sharpe/Modified Sharpe ratios are highly correlated, the results reinforce the initial idea that the relationship, although weak, exists. Additionally we see the Sharpe ratio tends to overestimate the risk-adjusted returns, while the Modified Sharpe ratio takes into account the abnormal returns, making the results more adequate.

Table 10 shows the relationship between the three DEA metrics in order to study the consistency between the referred models. The relationship between efficiency (CRS) and super-efficiency is strong and shows a high correlation with great significance. However the remaining metrics show a low correlation.

**Table 9. Spearman's rank correlation between efficiency/cross-efficiency/super-efficiency and Modified Sharpe ratio/Sharpe ratio in the period 2010-2015**

	Efficiency vs. Modified Sharpe ratio	Cross-efficiency vs. Modified Sharpe ratio	Super-efficiency vs. Modified Sharpe ratio	Efficiency vs. Sharpe ratio	Cross-efficiency vs. Sharpe ratio	Super-efficiency vs. Sharpe ratio
Correlatio	0,16	0,38	0,18	0,017	0,38	0,06
	0,2776	0,0075**	0,2126	0,9053	0,0071**	0,6692

Significance: \*\* 0.01 \* 0.05

**Table 10. Spearman's rank correlation between efficiency, cross-efficiency and super-efficiency in the period 2010-2015**

	CRS Efficiency vs. cross-efficiency	CRS Efficiency vs. super-efficiency	Cross-efficiency vs. super-efficiency
Correlation	0,30 0,0360*	0,98 < 0,0001**	0,28 0,0500*

Significance: \*\* 0.01 \* 0.05

#### 4.4. Results of the analysis of the persistence.

The empirical analysis of persistence has been done through the same database used in the DEA analysis, for periods of time of 1 year and focusing on Sharpe, Modified Sharpe, Treynor and Jensen ratios.

With the results of Table 11 it is possible to confirm the existence of a tendency towards persistence in the measures analyzed on an annual basis and at an aggregate level. Thus, all of them show the existence of persistence and always with statistical significance, except in the case of the Modified Sharpe ratio. At the level of annual periods compared, there is a repetition of winning or losing strategies in two consecutive periods in most cases. Once we have studied the evolution of the strategies both winners and losers, now we will study the robustness of persistence, first from the contingency tables and secondly through the statistics of Malkiel, Brown and Goetzman and Kahn and Rudd.

Table 11 shows the results of the non-parametric tests for the performance already commented. The persistence hypothesis is verified once a year in all cases according to the CPR ratio (cross-product ratio) for the different measures of performance. This indicator is higher than the unit in those periods so that the combinations with repetition are the predominant ones. There is significant evidence of persistence in the periods examined. Every period the previous winners/losers are significantly more likely (at least 55%) to remain winners/losers in the following period, in many cases with statistical significance.

**Table 11. Result of annual contingency tables**

<b>Performance</b>	Funds	WW	WL	LW	LL	% WW-LL	CPR	Z B&G	Malkiel	$\chi^2$
2010-2011	50	6	19	19	6	24%	0.100	-3.481**	-5.2**	13.52**
2011-2012	50	8	17	17	8	32%	0.221	-2.486*	-3.6**	6.48**
2012-2013	50	20	5	5	20	80%	16.000	3.921**	6**	18**
2013-2014	50	19	6	6	19	76%	10.028	3.481**	5.2**	13.52**
2014-2015	50	16	9	9	16	64%	3.160	1.953	2.8**	3.92**
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>	<b>69</b>	<b>56</b>	<b>56</b>	<b>69</b>	<b>55%</b>	<b>1.518</b>	<b>1.641</b>	<b>2.325*</b>	<b>2.704**</b>

<b>Treynor</b>	Funds	WW	WL	LW	LL	% WW-LL	CPR	Z B&G	Malkiel	$\chi^2$
2010-2011	50	16	9	9	16	64%	3.160	1.953	2.8**	3.92**
2011-2012	50	17	8	8	17	68%	4.515	2.486*	3.6**	6.48**
2012-2013	50	13	12	12	13	52%	1.174	0.283	0.4	0.08
2013-2014	50	13	12	12	13	52%	1.174	0.283	0.4	0.08
2014-2015	50	13	12	12	13	52%	1.174	0.283	0.4	0.08
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>	<b>72</b>	<b>53</b>	<b>53</b>	<b>72</b>	<b>58%</b>	<b>1.845</b>	<b>2.393*</b>	<b>3.398**</b>	<b>5.776**</b>

<b>MSharpe</b>	Funds	WW	WL	LW	LL	% WW-LL	CPR	Z B&G	Malkiel	$\chi^2$
2010-2011	50	9	16	16	9	36%	0.316	-1.953	-2.8**	3.92**
2011-2012	50	13	12	12	13	52%	1.174	0.283	0.4	0.08
2012-2013	50	17	8	8	17	68%	4.516	2.486*	3.6**	6.48**
2013-2014	50	15	10	10	15	60%	2.250	1.405	2*	2*
2014-2015	50	13	12	12	13	52%	1.174	0.283	0.4	0.08
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>	<b>67</b>	<b>58</b>	<b>58</b>	<b>67</b>	<b>54%</b>	<b>1.334</b>	<b>1.137</b>	<b>1.60997</b>	<b>1.296</b>

<b>Sharpe</b>	Funds	WW	WL	LW	LL	% WW-LL	CPR	Z B&G	Malkiel	$\chi^2$
2010-2011	50	13	12	12	13	52%	1.174	0.283	0.4	0.08
2011-2012	50	17	8	8	17	68%	4.516	2.486*	3.6**	6.48**
2012-2013	50	16	9	9	16	64%	3.160	1.960	2.8**	3.92**
2013-2014	50	15	10	10	15	60%	2.250	1.405	2*	2*
2014-2015	50	13	12	12	13	52%	1.174	0.283	0.4	0.08
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>	<b>74</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>74</b>	<b>59%</b>	<b>2.105</b>	<b>2.892**</b>	<b>4.114**</b>	<b>8.464**</b>

<b>Jensen</b>	Funds	WW	WL	LW	LL	% WW-LL	CPR	Z B&G	Malkiel	$\chi^2$
2010-2011	50	18	7	7	18	72%	6.612	2.998**	4.4**	9.68**
2011-2012	50	18	7	7	18	72%	6.612	2.998**	4.4**	9.68**
2012-2013	50	18	7	7	18	72%	6.612	2.998**	4.4**	9.68**
2013-2014	50	7	18	18	7	28%	0.151	-2.999	-4.4	9.68**
2014-2015	50	16	9	9	16	64%	3.160	1.96*	2.8**	3.92*
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>	<b>77</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>77</b>	<b>62%</b>	<b>2.573</b>	<b>3.634**</b>	<b>5.187**</b>	<b>13.456**</b>

The data shows significant results of persistence for Sharpe ratio, with almost 60% of the funds repeating strategy as a winners or losers. However, given the non-normal returns, the Modified Sharpe ratio must be calculated given that, as indicated, it considers the possibility of extreme returns. To confirm the hypothesis of annual persistence, firstly we analyze the number of times a WW or LL strategy was repeated. For this purpose we have used the CPR ratio.

Consistently with the results shown in Table 11, we can conclude the presence of persistence in all measures used.

#### 4.5. Relationship between persistence and efficiency.

As it has been pointed out, one of the purposes of this study is to check the relationship between efficiency and the persistence in the performance of Spanish Absolute Return Funds. In order to study this relationship, we have proceeded as follows. First, the efficiency scale obtained by the DEA methodology has been taken from the three previously used approaches –efficiency, cross-efficiency and super-efficiency– which give a score between 0 and 1 as described above, with 0 being not efficient and 1 efficient.

Secondly, using persistence results for each of the different measures –performance, Treynor, Sharpe, Modified Sharpe and Jensen ratios– we have calculated the persistence of the 50 mutual funds, differentiating those which repeat strategy, either WW or LL. If the sum of the WW and

LL funds exceeds the sum WL and LW we conclude that there is persistence in each of the different strategies. Otherwise we conclude that there is no persistence in the results. Once the existence or not of persistence has been determined, we assign the numbers 1 or 0 to the presence or absence of persistence, respectively. That allows summing all the cases of persistence for each of the measures used (in our case a maximum of 5). With this sum we have established a ranking based on the number of times persistence has been detected.

Finally, to determine whether there is any kind of relationship between DEA and persistence, we have used the Spearman’s rank correlation coefficient (versus DEA persistence ranking), which provides the degree of relationship between the two variables.

According to the data shown in Table 12, the relationship between combinations WW-LL and DEA is very weak and lacks statistical significance. This lack of significance may be considered a proof of the fact that persistence and DEA behave differently. Additionally, the results don’t allow analyzing a concrete sign –positive or negative– since we consider the two groups – winners and losers– jointly. Therefore, according to data we can conclude that in the period considered there is no a clear relationship between efficiency and persistence and that both analyses seem to be complementary and not substitutive.

**Table 12. Spearman’s rank correlation between persistence and DEA**

Efficiency vs. Persistence	Cross Efficiency vs. Persistence	Super-efficiency vs. Persistence
WW+LL	WW+LL	WW+LL
0,091	0,015	0,125
0,528	0,916	0,385

Significance: \*\* 0.01 \* 0.05

#### 5. Conclusions.

In the present work we have analyzed the efficiency and the persistence of the returns of the Spanish Absolute Return Funds in the period 2010-2015, as well as the relationship between both analyses.

To analyze the efficiency of Absolute Return Funds we have used the DEA methodology, which has showed that 11 of the 50 funds analyzed are efficient using risk and profitability measures. The variables chosen as inputs and outputs were determined by the Spearman’s rank correlation, resulting VaR and Lower Partial Moment of order 1 as inputs and skewness and average return as outputs. The results allow to conclude that efficient funds are more

profitable than non-efficient funds and that, although the degree of risk incurred by the former is somewhat higher than the latter, it is offset by the return obtained. Therefore, in view of these results, we conclude that DEA provides consistent results in the case of non-normal returns, and it can be considered as a measure of performance itself that is able to incorporate multiple attributes.

In this respect Table 9 shows that, although the correlations are not high, there is a relationship between cross-efficiency and the Modified Sharpe ratio as well as with the Sharpe ratio. This leads us to emphasize the utility of DEA as a complementary measure of performance.

Additionally, as it is shown in Table 10 the relationship between efficiency and super-efficiency is clear according their high correlation and significance, while relationship between cross-efficiency and efficiency/super-efficiency is much more weaker but also significant. This results are proof of the differential behavior of the former and are consistent with the fact that only cross-efficiency shows a clear relationship with conventional measures of performance such as Sharpe and Modified Sharpe ratios.

With regard to persistence, the results show a trend towards persistence in the performance of Absolute Return Funds in almost all the periods analyzed, for periods of time of 12 months. The Z test and chi-square test confirm the significance of the results, so we can conclude that the information coming on past results is valuable for investors, as it shows that the number of managers that outperform the market is not high, but is recurrent.

Finally, we haven't found a direct relationship between efficiency and persistence according to the methodology developed, so that it seems that both analyses are independent over the sample and for the time interval analyzed.

Nevertheless, taking into account the static nature of efficiency and the dynamic nature of persistence, a logical continuation of this work is the study of the relationship between persistence and the evolution of DEA in time. Maybe this approach can contribute to detect a hidden relationship between both measures that is not directly evident with the mere analysis of efficiency in one concrete period of time.

### **Acknowledgement**

We would like to thank Javier Sáenz de Cenzano and Morningstar Spain for the database provided for this paper.

### **References**

Andersen, P. & Petersen N. C. (1993). A procedure for ranking efficient units in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 39 (1), 1261–1264.

Anderson, R., Brockman C., Giannikos, C., & McLeod, R., (2004). A non-parametric examination of real estate mutual fund efficiency. *International Journal of Business and Economics*, 3, 225–238.

Babalos, V., Doumpos, M., Philippas, N., & Zopounidis, C. (2012). Rating mutual funds through an integrated DEA-based multicriteria performance model: Design and information content. *Working Paper, Technical University of Crete*.

Basso, A. & Funari, S. (2001). A Data Envelopment Analysis approach to measure the mutual fund performance. *European Journal of Operational Research*, 135 (3), 477–492.

- Basso, A. & Funari, S. (2003). Measuring the performance of ethical mutual funds: a DEA approach. *Journal of the Operating Research Society*, 54 (5), 521–531.
- Berk, J. & Green, R. (2004). Mutual fund flows and performance in rational markets. *Journal of Political Economy*, 112 (6), 1269–1295.
- Blake, D. & Timmermann, A. (1998). Mutual fund performance: Evidence from the UK. *European Finance Review*, 2 (1), 57–77.
- Bollen, N. P. B. & Busse, J. A. (2005). Short-term persistence in mutual fund performance. *The Review of Financial Studies*, 18, 569–597.
- Bowlin, W. F. (1998). Measuring performance: An introduction to Data Envelopment Analysis (DEA). *Journal of Cost Analysis*, 3 (1), 3–28.
- Briec, W. & Kerstens, K. (2009). Multi-horizon Markowitz portfolio performance appraisals: A general approach. *Omega*, 37 (1), 50–62.
- Briec, W., Kerstens, K., & Jokung, O. (2007). Mean-variance-skewness portfolio performance gauging: A general shortage function and dual approach, *Management Science*, 53 (1), 135–149.
- Brooks, C. & Kat, H. M. (2002). The statistical properties of hedge fund index returns and their implications for investors. *Journal of Alternative Investments*. Fall 2002, 26–44.
- Brown, S. J. & Goetzmann, W. N. (1995). Performance persistence. *The Journal of Finance*, 50 (2), 679–698.
- Busse, J., Goyal A., & Wahal, S. (2008). Performance and persistence in institutional investment management. *The Journal of Finance*. 65, (2), 765–790.
- Carhart, M. M. (1997). On persistence in mutual fund performance. *The Journal of Finance*, 52 (1), 57–82.
- Carlson, R. (1970). Aggregate performance of mutual funds, 1948-1967. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 5 (1), 1–32.
- Chang, K. P. (2004). Evaluating mutual fund performance: An application of minimum convex input requirement set approach, *Computers and operations research*, 31 (6), 929–940.
- 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), 668–97.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y., & Seiford, L. M. (1997). *Data Envelopment Analysis: Theory, methodology and applications*, (2nd ed.). New York: Kluwer Academic Publishers.
- Choi, Y. K. & Murthi, B. P. S. (2001): Relative performance evaluation of mutual funds: A non-parametric approach. *Journal of Business Finance & Accounting*, 28 (7/8), 853–876.

- Chu, J., Chen, F., & Leung, P. (2010). ETF Performance Measurement – Data Envelopment Analysis, Service Systems and Service Management (ICSSSM), 7th International Conference on IEEE, 28–30 June, 2010, Tokyo, Japan, 1–6.
- Daraio, C. & Simar, L. (2006). A robust non-parametric approach to evaluate and explain the performance of mutual funds. *European Journal of Operational Research*, 175 (1), 516–542.
- Doyle J. R. & Green, R. (1994). Efficiency and Cross-Efficiency in DEA. Derivations, Meanings and Uses. *The Journal of the Operational Research Society*. 45 (5), 567–578.
- Elling, M. (2006). Performance measurement of hedge fund using Data Envelopment Analysis. *Financial Markets and Portfolio Management*, 20, 442.
- Elton, E. J, Gruber, M. J., & Blake, C. R. (1996). The persistence of risk-adjusted mutual fund performance. *Journal of Business*, 69, 133–157.
- Fanchon, P. (2003). Variable selection for dynamic measures efficiency in the computer industry. *International advances in economic research*, 9 (3), 175–188.
- Ferreira, M. A., Keswani, A., Miguel, A. F. & Ramos, S. B. (2010). The flow-performance relationship around the world. *Journal of Banking & Finance*, 36 (6), 1759–1780.
- Galagedera, D. & Silvapulle, P. (2002). Australian mutual fund performance appraisal using Data Envelopment Analysis. *Managerial Finance*, 28 (9), 60–73.
- Gallefoss, K., Hansen, H. H., Hankaas, E. S., & Molnár, P. (2015). What daily data can tell us about mutual funds: evidence from Norway, *Journal of Banking & Finance*, 55, 117–129.
- Glawischnig, M., & Sommersguter-Reichmann, M. (2010). Assessing the performance of alternative investments using non-parametric efficiency measurement approaches: Is it convincing? *Journal of Banking and Finance*, 34 (2), 295–303.
- Goetzmann, W. N. & Ibbotson, R. G. (1994). Do winners repeat? Patterns in mutual fund return behaviour. *Journal of Portfolio Management*, 20, 9–18.
- Gregoriou, G. N. & Gueyie, J. P. (2003). Risk-adjusted performance of funds of hedge funds using a modified Sharpe ratio. *Journal of Alternative Investments*, 6 (3), 77–83.
- Gregoriou, G. N. (2006). Optimisation of the largest US mutual funds using Data Envelopment Analysis. *Journal of Asset Management*, 6 (6), 445–455.
- Gregoriou, G. N., Sedzro, N. K., & Zhu, J. (2005). Hedge fund performance appraisal using Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 164 (2), 555–571.
- Grinblatt, M. & Titman, S. (1989). Mutual fund performance: An analysis of quarterly portfolio holdings. *Journal of Business*, 62, 393–416.
- Grinblatt, M. & Titman, S. (1992). The persistence of mutual fund performance. *The Journal of Finance*, 47 (5), 1077–1984.
- Grinblatt, M. & Titman, S. (1993). Performance measures without benchmarks: An examination of mutual fund returns. *The Journal of Business*, 66 (1), 47–68.
- Grinblatt, M. & Titman, S. (1994). A study of monthly mutual funds returns and performance evaluation techniques. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 29 (3), 419–444.

- Gruber, M. J. (1996). Another puzzle: The growth in actively managed mutual funds. *The Journal of Finance*, 51(3), 783–810.
- Haslem, J. A. & Scheraga, C. A. (2003). Data Envelopment Analysis of Morningstar's large-cap mutual funds. *The Journal of Investing*, 12 (4), 41–48.
- Hendricks, D., Patel, J., & Zeckhauser, R. (1993). Hot hands in Mutual Funds: Short-Run persistence of relative performance, 1974-1988. *The Journal of Finance*, 48 (1), 93–130.
- Huij, J. & Verbeek, M. (2007). Spillover effects of marketing in mutual fund families. ERIM Report Series.
- Jain, P. C. & Wu, J. S. (2000). Truth in mutual fund advertising: Evidence of future performance and fund flows. *Journal of Finance*, 55, 937–958.
- Jegadeesh, N. & Titman, S. (1993). Returns to buying winners and selling losers: Implications for Stock Market efficiency. *The Journal of Finance*, 48 (1), 65–91.
- Jenkins, L. & Anderson, M. (2003). A multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 147 (1), 51–61.
- Jensen, M. C. (1968). The performance of mutual funds in the period 1945-1964, *The Journal of Finance*, 23 (2), 389–416.
- Joro, T. & Na, P. (2006). Portfolio performance evaluation in a mean-variance-skewness framework. *European Journal of Operational Research*, 175, 1, 446–461.
- Kerstens, K. & Van de Woestyne, I. (2011). Negative data in DEA: a simple proportional distance function approach. *Journal of the Operational Research Society*, 62 (7), 1413–1419.
- Khan, R. N. & Rudd, A. (1995). Does historical performance predict future performance? *Financial Analysts Journal*, 51 (6), 43–52.
- Kosowski, R., Timmermann, A., Wermers, R., & White, H. (2006). Can mutual fund "stars" really pick stocks? New evidence from a bootstrap analysis. *The Journal of Finance*, 61 (6), 2551–2595.
- Kuosmanen, T. & Kortelainen, M. (2007). Valuing environmental factors in cost-benefit analysis using Data Envelopment Analysis. *Ecological Economics*, 62 (1), 56–65.
- Lin & Chen, (2008). The profitability of the weekend effect: evidence from the Taiwan mutual fund market. *Journal of Marine Science and Technology*, 16 (3), 222–233.
- Lozano, S. & Gutiérrez, E. (2008). Data Envelopment Analysis of mutual funds based on second order stochastic dominance. *European Journal of Operational Research*, 189, 230-244.
- Malkiel, B. G. (1995). Returns from investing in equity mutual funds 1971 to 1991, *The Journal of Finance*, 50 (2), 549–572.
- Matallín, C., Soler, J., & Tortosa-Ausina, E. (2014). On the informativeness of persistence for evaluating mutual fund performance using partial frontiers, *Omega*, 42 (1), 47–64.
- McMullen, P. & Strong, R. A. (1998). Selection of mutual funds using Data Envelopment Analysis. *Journal of Business and Economic Studies*, 4 (1), 1–14.

- Morey, M. R. & Morey, R. C. (1999). Mutual fund performance appraisals: A MultiHorizon perspective with endogenous benchmarking. *Omega*, 27 (2), 241–258.
- Murthi, B. P. S., Choi, Y. K., & Desai, P. (1997). Efficiency of mutual funds and portfolio performance Measurement: A non-parametric approach. *European Journal of Operational Research*, 98 (2), 408–418.
- Nguyen-Thi-Thanh, H. (2006). On the use of Data Envelopment Analysis in hedge fund selection. *Working Paper, Université d'Orléans*.
- Ribeiro Cortez, M. C., Paxson, D. A., & Da Rocha Armada, M. J (1999). Persistence in Portuguese mutual fund performance. *The European Journal of Finance*, 5 (4), 342–365.
- Rubio, J. F., Hassan, M. K., & Merdad, H. J. (2012). Nonparametric performance measurement of internal and Islamic mutual funds. *Accounting Research Journal*, 25, 208–226.
- Ruggiero, J. (2005). Impact Assessment of Input Omission on DEA. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 4 (3), 359–368.
- Sengupta, J. (2003). Efficient test for mutual fund portfolios. *Applied Financial Economics*, 13, 869–876.
- Sexton, T. R., Silkman, R. H., & Hogan, A. J. (1986). Data Envelopment Analysis: Critique and extensions. *New Directions for Evaluation. Special Issue: Measuring Efficiency: An Assessment of Data Envelopment Analysis*, 32, 73–105.
- Simar, L. & Wilson, P.W. (2001). Testing Restrictions in Nonparametric Efficiency Models. *Communications in Statistics*, 30 (1), 159–184.
- Sharpe, W. F. (1966). Mutual fund performance, *Journal of Business*, 39, 119–138.
- Spearman, C. (1904). The proof and measurement of association between two things. *American Journal of Psychology*, 15 (1), 72–101.
- Tarim, A & Karan, K. (2001). Investment fund performance measurement using weight restricted data envelopment analysis: an application to the Turkish capital market. *Russian & East European Finance and Trade*, 37 (5), 64–84.
- Thanassoulis, E., Kortelainen, M., & Allen, R. (2011). Improving envelopment in Data Envelopment Analysis under variable returns to scale. *European Journal of Operational Research*, 218 (1), 175–185.
- Tsolas, I. (2011). Natural resources exchange traded funds: performance appraisal using DEA modeling. *Journal of Centrum Cathedra*. 4 (2), 250–259.
- Vidal-García, J. (2013). The persistence of European mutual fund performance. *Research in International Business and Finance*, 28, 45–67.
- Wermers, R. (1997). Momentum investment strategies of mutual funds, performance persistence and survivorship bias. *Working Paper, Graduate School of Business and Administration, University of Colorado at Boulder*.
- Wilkins, K. & Zhu, J. (2001). Portfolio evaluation and benchmark selection: A mathematical programming approach. *Journal of Alternative Investments*, 4 (1), 9–19.

Wilkins, K. & Zhu, J. (2005). Classifying hedge funds using Data Envelopment Analysis, in Gregoriou, G. N., F. Rouah, and V. N. Karavas (Eds.): *Hedge Funds: Strategies, Risk Assessment, and Returns*. Washington: Beard Books.

Wilson, P. W. (1995). Protecting influential observations in Data Envelopment Analysis. *Journal of Productivity Analysis*, 4, 27–45.

Zhao, X. & Yue, W. (2012). A multi-system fuzzy DEA model with its application in mutual funds management companies, *Competence evaluation. Procedia Computer Science*, 1 (1), 2469–2478.

Zhao, X., Wang, S., & Lai, K. K. (2011). Mutual performance evaluation based on endogenous benchmarks. *Expert systems with applications*, 38, 3663–3670.

Zhu, J. (1996). Robustness of the efficient DMUs in Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 90 (3), 451–460.



## Relación entre el tamaño de la economía informal y el sector empresarial en Ecuador. Evidencia de cointegración y causalidad de Granger

UQUILLAS CASALOMBO, CARLOS ALFREDO  
Hospital Docente de Especialidades Eugenio Espejo (Ecuador)  
Correo electrónico: alfuquillas@hotmail.com

### RESUMEN

La economía informal es un fenómeno que afecta a la mayoría de los países del mundo, principalmente al potencial recaudatorio tributario, la generación de empleo formal, la productividad y la eficiencia empresarial. Con el fin de elaborar un método incluyente de los aportes más significativos actuales, se elaboró una modelación econométrica a partir del método monetario, aplicando cointegración, causalidad de Granger y el mecanismo de corrección de equilibrios; lo que permitió alejar la posibilidad de regresiones espurias y realizar una aplicación a la economía ecuatoriana.

**Palabras claves:** economía informal; econometría; método monetario; mercado laboral; modelación.

**Clasificación JEL:** E26; E27; E63; H32; J46.

**MSC2010:** 62M10; 62P20; 91B40.

# Relationship between the Size of the Informal Economy and the Business Sector in Ecuador. Evidence of Cointegration and Granger Causality

## ABSTRACT

The informal economy is a phenomenon that affects most of the countries of the world, mainly tax collection potential, the generation of formal employment, productivity and business efficiency. In order to elaborate an inclusive method of the most significant current contributions, an econometric modeling was developed from the monetary method, applying cointegration, Granger causality and the equilibrium correction mechanism; which allowed to remove the possibility of spurious regressions and to make an application to the Ecuadorian economy.

**Keywords:** Informal economy; econometrics; monetary method; labor market; modeling.

**JEL classification:** E26; E27; E63; H32; J46.

**MSC2010:** 62M10; 62P20; 91B40.



## 1. Introducción.

En la mayoría de países del mundo opera un elevado porcentaje de negocios que laboran al margen de la ley de forma invisible, generando en promedio el 33% de la producción total mundial y el 41% en los países subdesarrollados de América Latina (Banco Mundial, 2010), debido a esta problemática varias instituciones de investigación internacionales han estudiado a la economía informal desde diferentes enfoques, los aportes más significativos y actuales dan cuenta que las causas que estarían generando informalidad se encuentran en la debilidad y la incapacidad de la economía urbana para crear empleo suficiente que absorba la mano de obra excedentaria que se incorpora a la población económicamente activa y la fuerza laboral que queda en el desempleo producto de los efectos del ciclo económico cuando esta se encuentra en la etapa de recesión y/o depresión (Arano & Untoja, 2010), otros científicos afirman que la informalidad es producto de la ineficiencia con la que atiende el Estado, los excesivos trámites administrativos y burocráticos y por la incapacidad de proveer con celeridad y transparencia los recursos y servicios que requieren las empresas para registrarse formalmente (Torres & Serrano, 2010).

Hasta el momento se han propuesto tres alternativas para cuantificar el tamaño de la economía informal, a saber: monetario, consumo de energía eléctrica y modelo estructural, de estos el método monetario es el que mayor número de aplicaciones y aportes ha recibido, pero al mismo tiempo ha presentado muchas limitaciones, por esta razón la presente investigación recogió los aportes, argumentos teóricos y econométricos más destacados, lo sometió a un riguroso análisis de integración, cointegración, corrección de equilibrios, normalidad, linealidad, inestabilidad y pruebas a los parámetros y como derivación final resultó una nueva modelación econométrica para realizar mediciones de la economía informal y generación de política pública.

El objetivo es entonces estimar el tamaño de la economía informal utilizando como metodología de cálculo la demanda de circulante y los aportes realizados por Cagan (1958), Gutmann (1977) y Tanzi (1982), el análisis se efectuó para el periodo 1980 – 2013, el estudio está conformado por cuatro secciones. En la *primera* se presenta las principales teorías que conceptualizan y caracterizan al mercado laboral, el desempleo y los métodos que están disponibles para realizar mediciones de la economía informal. En la *segunda* se describe la información y variables utilizadas, el proceso de modelación y estimación realizado a través del método monetario. En la *tercera* se presentan los resultados obtenidos, se realiza una discusión de los argumentos de ajuste y En la *cuarta* sección se describen las principales conclusiones del estudio.

## 2. La evolución y conceptualización del empleo y mercado laboral informal.

El término informalidad entró en el debate internacional latino en la década de 1970, tratando de explicar las causas que lo generan y los impactos que produce en la economía y en la sociedad; el crecimiento poblacional, la expansión urbana y el lento aumento de la producción nacional fueron los principales elementos que contribuyeron en la región al apareamiento y desarrollo de la informalidad en el Siglo XX; el abandono y desatención de las necesidades del sector rural provocaron la migración del campo a la ciudad, generando una población urbano marginal necesitada de empleo, causas que ocasionaron que el sector productivo no sea capaz de absorber la fuerza de trabajo excedentario y cada vez más esta sea creciente; los trabajadores que consiguieron insertarse lo hicieron en empleos de baja productividad y la mayoría de ellos en actividades económicas por cuenta propia (Sánchez Torres, 2013, pág. 13), bajo este contexto la informalidad se volvió un tema de agenda pública en la mayoría de países de la región, tomando inclusive características controvertidas y con alta conflictividad social,

por lo que el debate de la Informalidad se abordó desde varias teorías así: Neoliberal, Estructuralista e Institucionalista.

La teoría neoliberal, su principal exponente es De Soto (1987), explica el apareamiento de la informalidad como efecto de las intervenciones y la variedad de regulaciones que ejerce el Estado sobre la actividad económica (CEPAL, 1994, pág. 159) y de manera particular, atribuye a la ineficiencia con la que atiende el Estado a los requerimientos empresariales y de la sociedad, los excesivos trámites administrativos y burocráticos que demandan cumplimiento y por la incapacidad de proveer con celeridad y transparencia los recursos y servicios que requieren las empresas para registrarse formalmente (Torres Galarraga & Serrano Mancilla, 2010, pág. 19), (De Soto, 1987, pág. 317). De Soto adicional a lo mencionado considera que estos aspectos antes mencionados no le permiten a las empresas que se encuentran operando en la economía informal disfrutar de los beneficios de la formalidad como son los servicios de: seguridad social, apoyo al desarrollo empresarial, acceso al crédito y a la protección de las leyes de fomento industrial, entre otros.

De Soto (1987) defiende a quienes trabajan en la economía informal, menciona que es un sector dinámico de la sociedad que aparece debido al exceso de reglas que no son socialmente aceptadas, por lo tanto para superar este problema sugiere se institucionalice un sistema legal que funcione libre y ordenadamente, sin obstáculos (De Soto, 1987).

Esta teoría neoliberal recomienda que los países deberían flexibilizar el mercado de trabajo y disminuir al máximo el intervencionismo estatal en las actividades económicas, lo cual permitiría mejorar los niveles de remuneración de los trabajadores, promovería la expansión empresarial, provocaría el surgimiento de nuevas empresas cumplidoras de los controles y disposiciones legales vigentes (CEPAL, 1994, pág. 159), sin embargo el exceso de normas solo explica una parte de la economía informal, toda vez que se da tanto en países con poca como con mucha normativa legal.

A diferencia de la anterior, la Teoría Estructuralista fue explicada por la Comisión Económica Para América Latina – CEPAL, el Programa Regional para América Latina y el Caribe – PREALC, La Organización Internacional de Trabajo – OIT e investigadores sociales como Hart (1970), Víctor Tokman (2007), los cuales sostienen que la economía informal surge por la necesidad de supervivencia de la población y por la difícil tarea de encontrar un buen empleo, si la estructura económica y productiva de un país no está diversificada e integrada presenta bajos niveles de productividad y competitividad local e internacional, no permitirá que grandes empresas se instalen y lleguen fuertes inversiones en capital, que demanden trabajadores de diversas profesiones y cualidades laborales y en últimas reviertan el crecimiento del sector informal y en su defecto crezca el sector formal (Jiménez Restrepo, 2012, págs. 117 - 120).

Para Arano (2010), la economía informal se habría generado por el proceso de globalización, fenómeno por el cual surgieron dos sectores uno moderno y otro precario, este último sería producto de la débil capacidad de absorción de la mano de obra excedentaria de la economía formal (Arano Barrientos, 2010, págs. 18-28), lo que permitió la creación de un sector informal bajo en productividad, uso de mano de obra no calificada y empleada en pequeños emprendimientos productivos, según Portes (2004) las personas eligen laborar en la economía informal por la necesidad imperiosa de sobrevivir y de generar ingresos, enfoque que relaciona directamente a la informalidad con la pobreza, sin considerar que en muchos de los casos la informalidad aparece como forma de competencia desleal de un grupo de empresas o generado por profesionales que no lograron insertarse laboralmente en el sector formal, casos en los cuales ninguno está necesariamente relacionado con la pobreza.

La teoría institucionalista se caracteriza por explicar la economía informal desde el incumplimiento de las regulaciones legales, comerciales, laborales, ambientales, fiscales y de seguridad social, además, sostiene que vistas desde la producción estas actividades son legales, porque ofertan bienes y servicios, generan empleo e ingresos para sus familias, pero evaden las políticas fiscales, laborales y comerciales, etc. (Jiménez Restrepo, 2012, págs. 117-120).

Desde el enfoque de esta teoría es posible advertir que el institucionalismo del Estado se manifiesta a través del cumplimiento de las reglamentaciones y demás normativa legal aplicable a cualquier actividad económica, lo que le permite incidir directamente en la elección racional de los agentes económicos al momento de decidir si la ocupación laboral lo hará de manera formal o informal, visto desde esta perspectiva la economía informal aparecería producto de una decisión racional del individuo y no por motivos puramente de supervivencia como lo atribuye la OIT o por el exceso de reglamentaciones propuesto por De Soto (1987).

Para Arano (2010), esta teoría es posible analizarla desde dos perspectivas: mercados de trabajo segmentados y la institucionalista propiamente dicha (Arano Barrientos, 2010, págs. 29-34).

Perspectiva de los mercados de trabajo segmentados.- el principal exponente de este enfoque es Lewis (1954), quien sostiene que normalmente los países subdesarrollados tienen una economía dual compuesta por un sector tradicional y otro moderno, el primero conformado por un sector con empleos de mala calidad provenientes de la agricultura campesina y el auto empleo, quienes conforman el empleo informal; el segundo, el sector moderno compuesto por una agricultura desarrollada, modernas plantaciones, minas y manufactura, en el cual laboran trabajadores del sector formal de forma asalariada, con beneficios sociales y estabilidad laboral (Lewis, 1954, págs. 139-192); el modelo de este autor considera que los países subdesarrollados con una abundante población y poco desarrollo normalmente presentan dos sectores económicos, uno de subsistencia y otro capitalista, el primero conformado por una amplia oferta laboral, tecnología tradicional, mano de obra familiar y presencia de salarios de subsistencia, a diferencia del sector capitalista que dispone de tecnología moderna, mano de obra asalariada y beneficios sociales, Lewis (1954) considera que esta situación puede ser reversible al momento que las empresas logren generar altas tasas de rentabilidad y recuperar el capital invertido, cuyos efectos subsecuentes podrán verse reflejados en la absorción de la mano de obra informal de subsistencia, el crecimiento económico y en el desarrollo empresarial local.

Harris & Todaro (1970) comparten igual criterio que Lewis (1954), consideran que los países subdesarrollados tienen en su estructura económica un mercado segmentado compuesto por dos sectores, un primario con empleos de buena calidad y un secundario con empleos de mala calidad, suponen que en el mercado laboral no existe un adecuado flujo de trabajo entre los sectores económicos y que por ello se presentan diferentes sistemas de remuneración.

Perspectiva institucionalista, el principal exponente es De Soto (1987), autor que centra su análisis en el exceso y complejos trámites burocráticos, en las barreras de entrada que impone el Estado al ingreso de las empresas, regulaciones que en vez de contribuir a la formalidad promueven el desarrollo de la economía informal, adicional, bajo este contexto los agentes económicos estarían tomando sus decisiones empresariales o laborales con la lógica costo-beneficio, si es mayor la rentabilidad neta de permanecer en la economía informal el agente económico optaría por la informalidad, convirtiéndose así en una oportunidad del mercado; con estos argumentos el Estado aparece como un obstáculo para el desarrollo de la actividad

económica informal al cual se le debería restar su capacidad de incidencia y regulación y permitir el libre mercado.

Producto del análisis y revisión bibliográfica se pudo apreciar que algunos autores también consideran que la economía informal puede ser explicada desde la perspectiva del tercer sector, cuyo representante principal es Bombarolo (2001) quien considera que la actividad económica está compuesta por tres sectores: público, privado y el informal como intermedio, y el neomarxismo de Alejandro Portes (2004), autor que considera que la informalidad es un regreso a las formas primarias del capitalismo solo que en un contexto moderno, los trabajadores informales conforman el excedente de la mano de obra a los cuales dentro del pensamiento socialista se les denominó ejército de reserva industrial, quienes podrían ser integrados laboralmente al sector moderno de la economía cuando este se encuentra en expansión.

La teoría económica a través de sus diferentes escuelas del pensamiento han tratado de explicar el funcionamiento del mercado de trabajo en especial desde la perspectiva de las escuelas neoclásica y keynesiana, la *primera* considera que el desempleo es producto de la incertidumbre y la información imperfecta que se genera durante las fluctuaciones del empleo en el ciclo económico y la *segunda* escuela responsabiliza la aparición del desempleo al exceso de oferta ocurrida en el mercado de bienes.

La economía informal desde su teorización embrionaria realizada por Lewis (1954) y Ranis & Fei (1961) ha tenido una profunda preocupación por parte de todos los gobiernos de los diversos países que conforman las Naciones Unidas, cada uno desde sus diferentes enfoques socioeconómicos han intentado medir, definir, conocer e identificar las causas que la generan y los efectos que esta tiene en la economía, en el tejido empresarial y en la sociedad, varios autores como Hart (1970), De Soto (1987), CEPAL (1994), Tokman (2007), Torres & Serrano (2010), Arano (2010) entre otros investigadores han atribuido en general que la informalidad es producto de la imposibilidad del Estado para generar suficiente empleo que le permita absorber la mano de obra excedentaria, consideran que en la economía hay un exceso de regulaciones legales, fiscales, comerciales, laborales, ambientales y de seguridad social que no permite que los empresarios se formalicen e intervengan en la economía en igualdad de condiciones que las empresas formales y que además existe una fuerte presión tributaria aplicada a cualquier tipo y tamaño de empresas y que por estas condiciones rígidas y distorsiones del mercado los empresarios informales ven una oportunidad comercial y aprovechan esta ventaja competitiva inesperada que les ofrece el entorno comercial.

Esta teoría en el tiempo se fue consolidando y fortaleciendo por los aportes realizados por varios investigadores, como Lewis (1954), Cagan (1958), Ranis & Fei (1961), Todaro (1961), Harris & Todaro (1970), Gutmann (1977), Feige (1979), Tanzi (1986), Kaufmann & Kaliberda (1996), quienes explicaron con mayor precisión el término economía informal y le dieron un enfoque economicista, atribuyéndole sus orígenes a la existencia de economías duales con presencia en especial en países donde la población es abundante respecto al capital y a los recursos naturales, la que estaría conformada por dos sectores vinculados entre sí, un moderno urbano y otro atrasado rural, estos científicos desarrollaron un fuerte instrumental económico y gráfico para explicar el origen y las causas de la migración de la mano de obra desde el área rural atrasada a la moderna industrial, ellos concebían que los trabajadores rurales buscaban empleo en el sector urbano por el diferencial incremental que obtienen en el salario mínimo pagado en el sector moderno, además propusieron como medida para disminuir la mano de obra excedentaria la alternativa de desarrollar el sector agrícola hasta que haya sido absorbida el total de la desocupación y la productividad marginal sea superior al

salario real institucional, es decir hasta el punto donde el sector agrícola se haya comercializado por completo.

En base a las teorías expuestas se generaron dos alternativas para realizar mediciones, los métodos directo e indirecto permitieron entender y medir el mercado laboral y la economía informal desde sus diferentes enfoques.

La Organización Internacional del Trabajo en 1993 desarrollo el *método directo* para la caracterización a profundidad del mercado donde laboran los trabajadores formales e informales, a diferencia el *método indirecto* para la cuantificación del tamaño de la economía informal utiliza modelos econométricos, los cuales para su modelación recurren a información económica y social que se encuentran disponibles en los agregados económicos y es con esta información donde el método rastrea las huellas que deja la actividad informal, las procesa y permite conocer su tamaño.

El método indirecto está conformado al menos por tres vertientes, a saber: consumo de energía, modelo estructural y monetario, de estos los más aplicados y aportes recibidos en investigaciones científicas son los métodos monetario y estructural, al menos del primero existe una variedad de versiones y aplicaciones científicas.

En el orden arriba propuesto, el *método de consumo eléctrico* basa el cálculo del tamaño de la economía informal a través de la diferencia entre la tasa cruzada del consumo de energía y la tasa de crecimiento oficial de la economía, pero para que este resultado se acerque a la realidad es necesario que se cumplan al menos tres supuestos: (i) la elasticidad consumo de energía/PIB debe ser igual a uno, (ii) el año base para el PIB global debe ser igual a cien y (iii) se debe calcular el PIB oficial para el año base con información de economía informal estimado a través de un método alternativo.

A diferencia, el *método múltiple indicadores, múltiples causas*, permite la medición de la economía informal a través de ecuaciones estructurales, para la modelación se sustenta en una variable latente no observada y variables causa e indicadores, lo que le posibilita acercarse a los diversos aspectos del fenómeno estudiado y aproximarse al valor real de la variable latente, por la utilización de diversas variables causa este método es muy utilizado por el Banco Mundial, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y varios investigadores, quienes tienen diversos estudios de informalidad realizados casi para todos los países del mundo.

Por su parte el *método monetario* basa su estimación en el análisis de la información que recogen los agregados monetarios que forman parte de la demanda de circulante, asume que las transacciones económicas que realizan los agentes económicos en la informalidad lo hacen con medios de pago de difícil identificación física y rastreo, es decir existe un porcentaje de demanda de circulante que es utilizada en actividades irregulares, la cual multiplicada por la velocidad de circulación del dinero permite estimar el tamaño de la economía informal.

### **3. Fuentes de información y modelación.**

#### **3.1. Fuente de Información y Variables.**

Para el proceso de modelación se utilizó información económica del Ecuador correspondiente al periodo de 1980 al 2013, para el efecto siguiendo y aplicando la metodología de cálculo de la demanda de circulante se consideró las siguientes variables para el modelo econométrico:

## Variable regresada

Especies Monetarias en Circulación (EMC).- Son las monedas y billetes en circulación en poder del público medida en millones de dólares a precios del 2007.

## VARIABLES REGRESORAS

Presión tributaria (PT).- Es la relación entre el valor recaudado por concepto de impuestos y dividido para el PIB corriente medida en millones de dólares, el modelo exige que el signo sea positivo (+) y mantenga una relación directa.

Salarios (S).- Corresponde al valor pagado por sueldos y salarios, el modelo exige que el signo sea positivo (+) y mantenga una relación directa.

Tasa Pasiva (TP).- Corresponde a la tasa pasiva de 176 a 360 días de los Bancos privados, el modelo exige que el signo sea negativo (-) debido a que si aumenta la tasa pasiva el costo de mantener efectivo también lo hace y se desestimula el interés por mantener dinero en efectivo, por ello su relación es inversa.

Producto Interno Bruto (PIB).- Es el producto interno bruto en términos constantes a precios del 2007, el modelo exige que el signo sea positivo (+) y mantenga una relación directa.

Tipo de Cambio (TC).- proporción o tasa que representa el costo de la divisa en moneda nacional, se espera que el signo sea negativo (-) debido a que si sube el tipo de cambio ésta variable presiona a que se imponga un costo de oportunidad para mantener efectivo en moneda local, debido a la pérdida de valor frente a otras monedas, por ello su relación se espera sea indirecta.

Para el caso Ecuatoriano el Tipo de Cambio frente al dólar no existe, porque el país dolarizó su economía en el año 2000, sin embargo se utilizó esta variable debido a que el análisis inicia desde 1980 y en este periodo sí teníamos política monetaria.

## Modelo teórico inicial

$$EMC = f(PT, S, TP, PIB, TC) \quad [1]$$

La estimación del tamaño de la economía informal se completa con la determinación de la velocidad de circulación del dinero y posteriormente con el cálculo de la demanda de circulante para financiamiento de actividades irregulares, acorde a la tradición Cagan (1958) que se describe a continuación.

### 3.2. Modelo Econométrico.

Tomando como referencia la revisión bibliográfica y las propiedades estadísticas de las variables consideradas se verificó que teóricamente todas las variables económicas presenten una relación a largo plazo y que con estas sea posible estimar la economía informal a través del método monetario, una vez comprobado esta exigencia se escogió los aportes de Cagan (1958), Gutmann (1977) y Tanzi (1986) para la modelación.

El modelo monetario como proceso inicial requiere que se estime la demanda de circulante para el financiamiento del total de las actividades económicas, luego se debe retirar o anular el componente que genera informalidad y por diferencia se puede obtener la demanda de

circulante para financiar actividades regulares en un caso e irregulares en otro, finalmente, el producto de la velocidad de circulación del dinero por la demanda de circulante para financiar actividades irregulares cuantifica la producción generada en actividades irregulares.

Sin embargo, este procedimiento matemático no recoge adecuadamente el real comportamiento causal de informalidad de las variables seleccionadas, dado que solo acusa a la presión tributaria como causante de informalidad, por ello en el presente estudio se incluye nuevas alternativas para anulación de la economía informal, dado que hay otras variables económicas que también generan el apareamiento y crecimiento de la informalidad.

Con estas indicaciones a continuación se presenta el modelo económico-matemático aplicado para la estimación de la demanda de circulante sugerido por Cagan (1958):

$$C_0 = A(1+\Theta)^\alpha Y_0^\beta e^{-yi} \quad [2]$$

Dónde:

$C_0$ .- circulante observado en términos reales y corresponde al circulante total.

$\Theta$ .- recoge los incentivos para mantener actividades económicas irregulares.

$\Theta = \text{impuestos/producto } T/Y_0$

$i$ .- costo de oportunidad de mantener el circulante, tasa de interés.

El circulante observado en términos reales es el mismo circulante total, el cual se puede obtener de la sumatoria entre el circulante que financia la demanda del sector regular más el circulante que financia la demanda del sector irregular:

$$C_0 = C_t^T = C_t^R + C_t^I \quad [3]$$

Dónde:

$C_t^T$ .- cantidad de efectivo total que se calcula con la fórmula de (Cagan, 1958).

$C_t^I$ .- cantidad de efectivo que demanda el sector irregular.

$C_t^R$ .- cantidad de efectivo que demanda el sector regular.

Se debe especificar que la producción observada ( $Y_0$ ) está asociada a la actividad legal formal ( $Y_t^F$ ), pero no incluye a la producción generada en la economía informal ( $Y_t^I$ ), por lo tanto se obtiene que:

$$Y_t^T = Y_0 + Y_i = Y_t^F + Y_t^I \quad [4]$$

El producto total  $Y_t^T$  es la sumatoria del producto observado en la economía formal  $Y_t^F$  más el producto de la economía informal  $Y_t^I$ :

$$Y_t^T = Y_t^F + Y_t^I \quad [5]$$

Cuando hacemos que  $\Theta=0$  puede eliminarse los incentivos para mantener circulante en efectivo para financiamiento de actividades económicas irregulares y reemplazando en la ecuación original se puede estimar el circulante legal ( $C_t^I$ ):

$$C_t^I = AY_0^\beta e^{-yi} \quad [6]$$

Conociendo los valores del circulante legal y el total se puede obtener por diferencias el circulante ilegal  $C_t^I$ :

$$C_t^T = C_t^R + C_t^I \quad [7]$$

$$C_t^I = C_t^T - C_t^R \quad [8]$$

Luego procedemos a calcular la velocidad de circulación del dinero  $V_t$  asumiendo que esta es la misma tanto para las actividades formales como para las informales:

$$V_t = Y_t^T / C_t^R \quad [9]$$

Finalmente, se procede al cálculo del producto de la economía informal  $Y_t^I$ :

$$Y_t^I = V_t * C_t^I \quad [10]$$

Esto bajo el supuesto de que la velocidad de circulación es constante y la elasticidad ingreso es unitaria ( $\beta=1$ ).

A partir de la fórmula (10) resulta fácil estimar el tamaño de la economía informal, claro está siempre y cuando el beta sea igual a uno,  $\beta=1$ , luego, con la razón del resultado obtenido de la expresión  $Y_t^I = V_t * C_t^I$  y el Producto Interno Bruto observado corresponderá a la proporción de la economía informal.

Por último, a continuación se describe el procedimiento de cointegración de Engle-Granger (1986), para el efecto el análisis se inicia con la determinación del orden de integración de cada una de las series a incluir en el modelo, identificando si las variables tienen raíz unitaria, caminata aleatoria o si hay la necesidad de convertir las series en estacionarias.

A fin de identificar si las series son no estacionarias se pueden aplicar pruebas informales de graficación, lo que permitirá comprobar si las variables crecen o decrecen constantemente en el tiempo y determinar si tiene un comportamiento de no estacionariedad, caso contrario se deberá realizar transformaciones a las series en primeras diferencias y luego comprobar su comportamiento estacionario, es decir que estas se muevan alrededor de sus medias, varianzas y covarianzas y como complemento también se puede aplicar el análisis del correlograma en nivel y en primeras diferencias, análisis que permite identificar la estacionariedad de las series.

Como pruebas formales aplica el estadístico Dickey-Fuller Aumentada (ADF) a través de la ecuación con retardos (11) que permita corregir la correlación serial de los residuos:

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta T + \delta Y_{t-1} + \gamma \sum_{i=1}^p Y_{t-i} + e_t \quad [11]$$

La intención es investigar previamente si las series son o no estacionarias, para el efecto prueba la hipótesis nula de no estacionariedad.

Para el análisis de estacionariedad utiliza tanto en nivel y en primeras diferencias el intercepto, tendencia y retardos y valora el estadístico ADF cuando más negativo sea este, es decir debe ser el valor ADF mayor que los valores críticos de MacKinnon y su probabilidad tiene que ser inferior a 0.05 con lo cual permitirá ratificar el rechazo de la hipótesis nula de no estacionariedad.

Tomando en consideración que las variables temporales utilizadas en la modelación tienen una tendencia exponencial éstas pueden ser transformadas a logaritmos, dado que inducen a

estacionariedad y facilita la interpretación de los resultados, con la información generada se puede especificar y estimar la relación funcional a largo plazo con las variables que resulten ser integradas orden I(1):

$$Y_t = \beta X_t + \varepsilon_t \quad [12]$$

La ecuación teórica (12) representa una relación de largo plazo.

Las pruebas de validez de los resultados obtenidos en el modelo estimado normalmente está en función de los signos y valores esperados en los parámetros y los resultados de los contrastes de especificación, cuyas características deben presentar mínimamente un error estándar menor al 30% del coeficiente de cada variable, la t student lo suficientemente grande superior a 3, probabilidad inferior al 5%, Durbin-Watson en zona de no autocorrelación y bondad de ajuste significativamente superior a 0.8.

Una vez comprobada la validez de la modelación se analizan los residuos de la regresión estimada a fin de identificar si ésta varía en torno a la media, varianza y covarianza, indicando estacionariedad I(0).

El método utilizado para determinar si tiene raíz unitaria es Dickey-Fuller Aumentada (ADF), en nivel sin incluir tendencia e intercepto.

Con el fin de confirmar si las series de la regresión están cointegradas se puede aplicar la prueba de Durbin-Watson (D-W), en cuyo caso el valor crítico debe ser mayor que D-W, para así considerar que las series están cointegradas, cuando se haya comprobado que hay una relación estable de equilibrio a largo plazo entre las series se puede proceder a determinar el mecanismo de corrección de errores (MCE), tomando en consideración que en el corto plazo puede haber desequilibrios.

Bajo este argumento, Engle-Granger (1986) plantearon que el término error en la regresión de cointegración se debe entender como el error de equilibrio acorde con la siguiente relación dinámica:

$$\Delta y_t = \alpha_y + \sum_{i=1}^m \delta_{1i}^y \Delta x_{t-1} + \sum_{i=1}^m \delta_{2i}^y \Delta y_{t-1} + \gamma_y \xi_{t-1} + \varepsilon_{yt} \quad [13]$$

$$\Delta x_t = \alpha_x + \sum_{i=1}^m \delta_{1i}^x \Delta x_{t-1} + \sum_{i=1}^q \delta_{2i}^x \Delta y_{t-1} + \gamma_x \xi_{t-1} + \varepsilon_{xt} \quad [14]$$

Y es éste mecanismo el que sirve para atar la conducta del corto plazo de la variable regresada con su valor a largo plazo, donde  $\xi_{t-1}$  muestra la desviación del periodo anterior respecto a la relación de equilibrio de largo plazo  $\xi_{t-1} = y_{t-1} - \beta x_{t-1}$

Siendo  $\beta$ .- el coeficiente de cointegración entre  $y_t$  y  $x_t$ , y

$\Delta$ .- es el operador de primeras diferencias.

$\gamma_y \xi_{t-1}$  y  $\gamma_x \xi_{t-1}$ .- son los términos de corrección de error y su signo dependerá del modo que se haya definido el desequilibrio  $\xi_{t-1}$ .

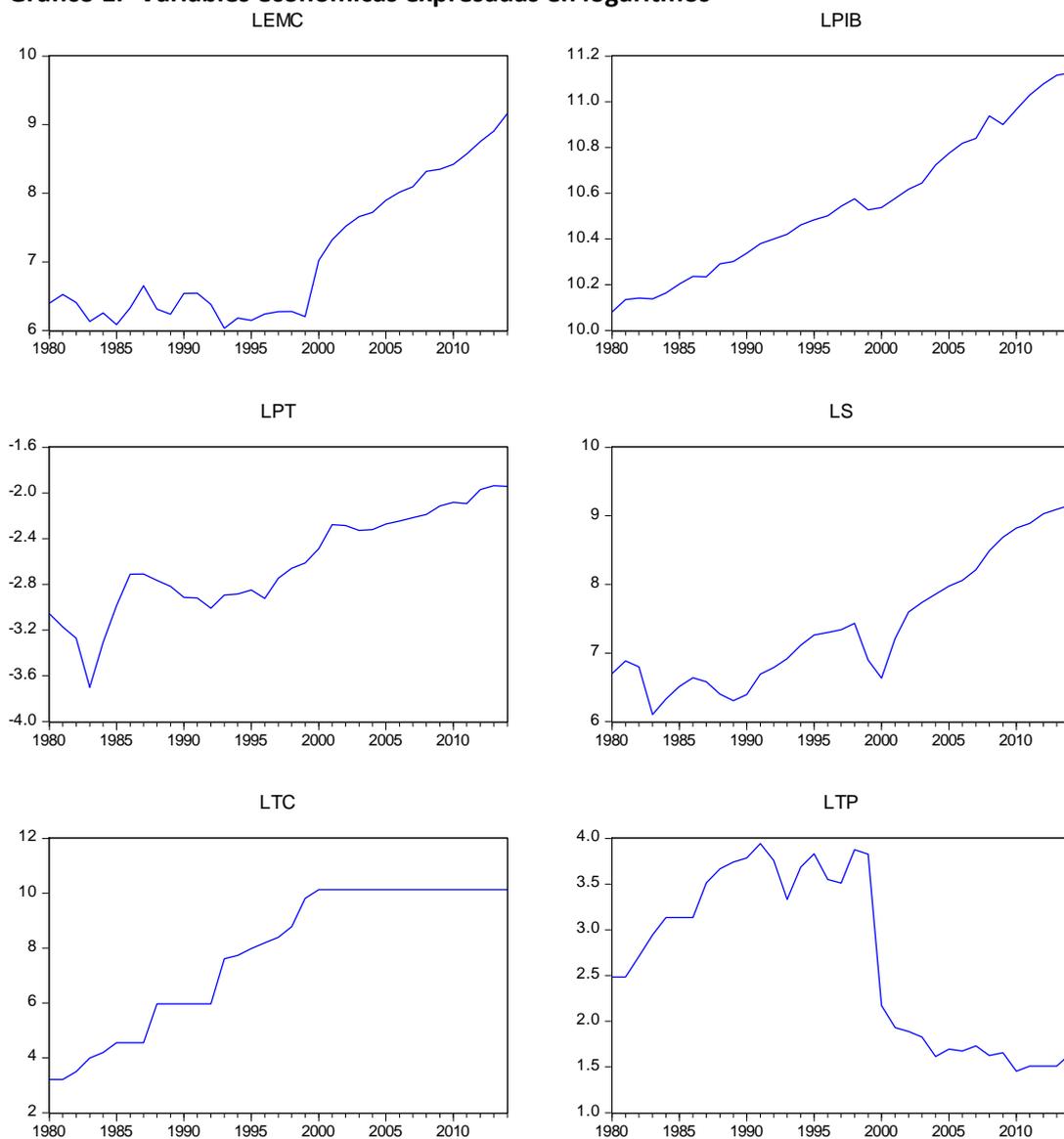
La aplicación del test de Engle-Granger (1986) (13) y (14) permite contrastar la estacionariedad de la perturbación del modelo económico, luego con el fin de alejar la posibilidad de regresiones espurias y fortalecer la validez del modelo se puede aplicar a los coeficientes de la regresión el análisis de normalidad, linealidad, insesgadez y pruebas a los parámetros.

Una vez descrito los aspectos metodológicos en la siguiente sección se contrasta empíricamente el modelo monetario para la estimación de la economía informal.

#### 4. Análisis de resultados.

Debido a que todas las variables consideradas para la modelación son series de tiempo y que tienen una tendencia exponencial, excepto tasa pasiva y tipo de cambio, estas fueron convertidas a logaritmos dado que inducen a estacionariedad y facilita la interpretación de los resultados, por estas razones el modelo se transformó en una ecuación Log-Log.

**Gráfico 1.- Variables económicas expresadas en logaritmos**



Elaboración: el autor

La gráfica 1 esta expresada en logaritmos y muestra que las variables Producto Interno Bruto, Especies Monetarias en Circulación y Presión Tributaria están directamente relacionadas con la actividad económica, también se aprecia que se incrementa fuertemente la masa salarial pagada a los trabajadores a partir del año 2000.

La tasa de interés se aprecia que durante todo el periodo de dolarización mantienen una relación inversa, claro está que este efecto se produce debido a que la economía ecuatoriana a partir del año 2000 se dolarizó y enclavó su tipo de cambio y consecuentemente asumió las tasas de interés internacionales, aunque no en todos sus sectores y aplicaciones, a continuación se presentan las gráficas.

Con los datos transformados a logaritmos se realizó el análisis de integración.

### Integración

Como primer paso se realizó el análisis a las series de tiempo a través del proceso de integración en nivel (tabla 1), lo cual permitió verificar que todas las variables tenían raíz unitaria, estaban no integradas  $I(0)$ , análisis que se lo realizó a través de los estadísticos Philips-Perron y Dickey-Fuller Aumentada en nivel, por lo que fue necesario aplicar primeras diferencias a todas las variables (tabla 2).

**Tabla 1: Philips-Perron y Dickey-Fuller Aumentada en nivel**

PHILIPS-PERRON Variable en nivel							
Serie	Estadístico P-P	Valores McKinnon	Estadístico DW	Retardo	Incluye	Orden	Probabilidad
LEMC	0.990274	-2.951.125	1.924.608	1	intercepto	I (0)	0.9955
LPIB	1.275.148	-2.951.125	2.427.335	1	intercepto	I (0)	0.9980
LPT	-0.102259	-2.951.125	1.624.688	1	intercepto	I (0)	0.9413
LS	1.015.335	-2.951.125	1.627.488	1	intercepto	I (0)	0.9958
LTC	-2.023.001	-2.951.125	2.093.981	1	intercepto	I (0)	0.2761
LTP	-0.862834	-2.951.125	1.677.428	1	intercepto	I (0)	0.7877

Dickey-Fuller Aumentada Variable en nivel							
Serie	Estadístico ADF	Valores McKinnon	Estadístico DW	Retardo	Incluye	Orden	Probabilidad
LEMC	1,028	-2,9511	1,9246	1	intercepto	I (0)	0,996
LPIB	0,8738	-2,9511	2,4273	1	intercepto	I (0)	0,9939
LPT	-0,562	-2,9511	1,6246	1	intercepto	I (0)	0,8661
LS	0,7608	-2,9571	1,8664	1	intercepto	I (0)	0,9917
LTC	-1,8425	-2,9511	2,0939	1	intercepto	I (0)	0,3544
LTP	-0,7597	-2,9511	1,6774	1	intercepto	I (0)	0,8176

Elaboración: el autor

La tabla 2 muestra los resultados que permitieron identificar que todas las series en primeras diferencias integraban  $I(1)$ , igualmente, se lo realizó con la aplicación de los estadísticos Philips-Perron y Dickey-Fuller Aumentada en primeras diferencias, se anota que en el caso que hubieran resultado variables que no se integran  $I(1)$  se habría separado del análisis por no ser útiles para explicar la regresión, en ese sentido las variables que integraron  $I(1)$  pasaron a formar parte de la estimación de la regresión.

**Tabla 2: Philips-Perron y Dickey-Fuller Aumentada en primeras diferencias**

PHILIPS-PERRON Variable 1era diferencia							
Serie	Estadístico P-P	Valores McKinnon	Estadístico DW	Retardo	Incluye	Orden	Probabilidad
LEMC	-5.008.714	-2.954.021	1.925.557	1	Intercepto	I (1)	0.0003
LPIB	-6.735.028	-2.954.021	1.949.638	1	Intercepto	I (1)	0.0000
LPT	-7.034.450	-2.954.021	2.006.400	1	Intercepto	I (1)	0.0000
LS	-4.433.879	-2.954.021	1.812.726	1	Intercepto	I (1)	0.0013
LTC	-5.573.903	-2.954.021	1.984.532	1	Intercepto	I (1)	0.0001
LTP	-4.807.733	-2.954.021	1.918.379	1	Intercepto	I (1)	0.0005

Dickey-Fuller Aumentada Variable 1era diferencia							
Serie	Estadístico ADF	Valores McKinnon	Estadístico DW	Retardo	Incluye	Orden	Probabilidad
LEMC	-5,0029	-2,954	1,9255	1	Intercepto	I (1)	0,0003
LPIB	-6,7483	-2,954	1,9496	1	Intercepto	I (1)	0
LPT	-4,862	-2,954	2,0064	1	Intercepto	I (1)	0,0004
LS	-4,9724	-2,9571	1,8348	1	Intercepto	I (1)	0,0003
LTC	-5,5736	-2,954	1,9845	1	Intercepto	I (1)	0,0001
LTP	-4,8554	-2,954	1,9183	1	Intercepto	I (1)	0,0004

Elaboración: el autor

En la tabla 2 se aprecia que todas las variables están no integradas I(1), es decir están integradas en primeras diferencias, se rechaza la hipótesis nula, todos los resultados obtenidos a través de los estadísticos ADF y P-P para las variables en análisis demuestran que sus valores son superiores a McKinnon a un nivel de significancia del 5% siendo su probabilidad menor a este nivel, los valores cercanos a 2 del estadístico Durbin-Watson (DW) indican que hay baja correlación en los valores de las series por lo que no fue necesario aumentar el número de retardos, lo que permitió eliminar la tendencia estocástica común que la mayoría de series económicas la tienen y así evitar problemas de resultados espurios, argumentos que sirvieron de base para considerar que todas las variables podían pasar a formar parte del modelo.

### Cointegración

El análisis de cointegración se realizó con las variables no integradas I(1) o integradas en primeras diferencias a través de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) en la esperanza que los resultados sean I(0).

La tabla 3 muestra los coeficientes de la regresión estimada, no parece ser espuria, pues el valor  $DW > R^2$  de Durbin-Watson es mayor que el coeficiente de correlación, hay una débil presencia de autocorrelación, los estimadores son significativos, los signos son los esperados y la bondad de ajuste  $R^2=97\%$  es alto y significa que en este porcentaje las variables independientes están explicando a la variable Especies Monetarias en Circulación.

En el largo plazo, las tasas de crecimiento del PIB, Presión tributaria y de interés tienen información relevante para pronosticar los cambios en el agregado monetario EMC, a diferencia, la tasa de variación del tipo de cambio los efectos estadísticamente no son muy significativos, además en esta ecuación de largo plazo todos los regresores resultaron significativos al 5%, cada uno de los argumentos presentan los signos consistentes con el marco teórico.

**Tabla 3: Relación de equilibrio a largo plazo**

Dependent Variable: LEMC  
Method: Least Squares  
Date: 12/07/16 Time: 20:37  
Sample: 1980 2014  
Included observations: 35

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-13.98940	3.068862	-4.558499	0.0001
LPIB	2.376674	0.270803	8.776386	0.0000
LPT	0.590855	0.179981	3.282872	0.0026
LTC	-0.163127	0.026100	-6.249989	0.0000
LTP	-0.444270	0.046369	-9.581247	0.0000

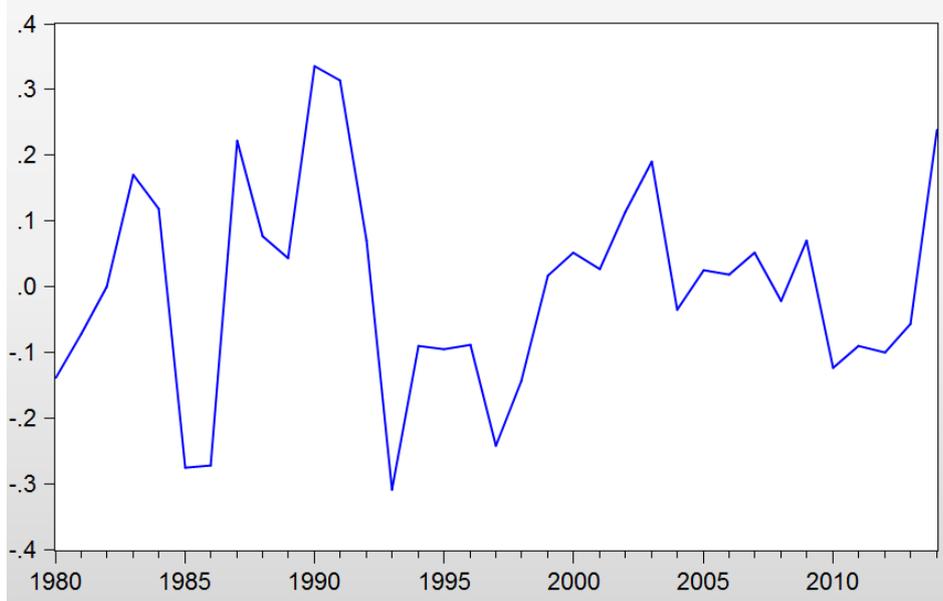
  

R-squared	0.974842	Mean dependent var	7.082427
Adjusted R-squared	0.971487	S.D. dependent var	0.995177
S.E. of regression	0.168043	Akaike info criterion	-0.597628
Sum squared resid	0.847155	Schwarz criterion	-0.375436
Log likelihood	15.45849	Hannan-Quinn criter.	-0.520927
F-statistic	290.6110	Durbin-Watson stat	1.265980
Prob(F-statistic)	0.000000		

Fuente: elaboración propia.

El modelo presentado indica que ante un aumento del PIB y la presión tributaria incrementaría la demanda monetaria, resultado que contrasta con los hallazgos de Tanzi (1986), las tasas negativas de Tipo de cambio y de interés muestran un impacto consistente sobre el agregado monetario, debido a que si sube el tipo de cambio o se incrementa la tasa de interés éstas variables presionarían a que se imponga un costo de oportunidad más alto para mantener dinero en efectivo, pero luego en el corto plazo se desestimularía este interés.

**Gráfico 2.- Residuos estimados**



Fuente: elaboración propia.

En el análisis de cointegración no se incluyó la variable DLS salarios por cuanto no cointegra con el modelo, al correr la regresión se determinó que el valor del parámetro DLS -0.005059 es inferior a su error estándar 0.140678, la probabilidad es 0.9716, muy por encima del 5% esperado, tiene muy poco aporte explicativo y el signo no es el esperado, por estas razones se excluyó del modelo.

Seguidamente, se generaron los residuos de la regresión estimada y con esta data se procedió a realizar el gráfico 2.

De la inspección a la gráfica 2 se desprende que los residuos varían en torno a una constante valor 0 (media, varianza y covarianza), lo cual es característica de la estacionariedad.

Con el fin de conocer formalmente si los residuos son estacionarios se aplicó la prueba de estacionariedad de Dickey-Fuller Aumentada en nivel, los resultados son los siguientes:

**Tabla 4 Prueba ADF en nivel aplicada a los residuos**

Null Hypothesis: RES has a unit root				
Exogenous: None				
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=8)				
		t-Statistic	Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-3.903251	0.0003	
Test critical values:	1% level	-2.634731		
	5% level	-1.951000		
	10% level	-1.610907		
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(RES)				
Method: Least Squares				
Date: 10/18/17 Time: 08:08				
Sample (adjusted): 1981 2014				
Included observations: 34 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RES(-1)	-0.654914	0.167787	-3.903251	0.0004
R-squared	0.313153	Mean dependent var	0.011138	
Adjusted R-squared	0.313153	S.D. dependent var	0.179921	
S.E. of regression	0.149112	Akaike info criterion	-0.939270	
Sum squared resid	0.733733	Schwarz criterion	-0.894377	
Log likelihood	16.96759	Hannan-Quinn criter.	-0.923960	
Durbin-Watson stat	1.694870			

Fuente: Elaboración propia.

Acorde con los datos expuestos en la tabla 4 se aprecia que el valor del estadístico ADF -3.90 es mayor que el valor de todos los valores críticos de Mackinnon en los tres niveles de significancia 1%, 5% y 10%, siendo su probabilidad menor a todos los niveles.

Se rechaza la hipótesis nula de no cointegración y se confirma estadísticamente que los residuos están integrados  $I(0)$ , existe una relación estable a largo plazo por lo que se asume que las variables dependientes e independientes están cointegradas.

### Mecanismo de Corrección de Errores o de Equilibrios

Este mecanismo tiene como fin ligar el comportamiento a corto plazo de las variables con el comportamiento a largo plazo de las mismas, este mecanismo es posible aplicar solo en el caso que las variables estén cointegradas, entonces los residuos se podrán utilizar para corregir los errores y estimar los efectos a corto plazo (Córdova Olivera, 2014, págs. 33-34).

El coeficiente del término de error rezagado muestra la velocidad del ajuste hacia el equilibrio y se interpreta como la proporción del desequilibrio del periodo  $t-1$  que se corrige en  $t$ .

A continuación se presenta el comportamiento de corto y largo plazo:

Comportamiento de corto plazo

$$RESID_t = LEMC_t - \beta_1 - \beta_2 LPIB_t - \beta_3 LPT_t - \beta_4 LTC_t - \beta_5 LTP_t \quad [15]$$

Comportamiento de Largo plazo

$$LEMC_t = \beta_1 + \beta_2 LPIB_t + \beta_3 LPT_t + \beta_4 LTC_t + \beta_5 LTP_t + \varepsilon_t \quad [16]$$

El término de error  $RESID_t$  se interpreta como el error de equilibrio, el cual permite analizar la conducta al corto plazo de la variable  $EMC$  y la relación con sus valores a largo plazo.

El mecanismo de corrección de errores utilizado es el siguiente:

$$DLEMC_{t-1} = \beta_1 + \beta_2 DLPIB_{t-1} + \beta_3 DLPT_{t-1} + \beta_4 DLTC_{t-1} + \beta_5 DLTP_{t-1} + \beta_6 RRES_{t-1} + \varepsilon_{t-1} \quad [17]$$

Una vez que se verificó que las variables  $EMC$ ,  $PIB$ ,  $PT$ ,  $TC$  y  $TP$  están cointegradas se estableció que hay equilibrio en largo plazo, pero en el corto plazo en  $RRES$  hay desequilibrio, por ello el parámetro de ajuste es  $\beta_6$ , cuya significancia estadística muestra la proporción del desequilibrio en  $EMC_t$  el cual es corregido en el siguiente periodo,  $\beta_6$ , mientras más cerca esté de 1 más rápido será el ajuste al desequilibrio (Córdova Olivera, 2014, pág. 34).

A continuación se presentan en la Tabla 5 los resultados de la regresión estimada.

La tabla 5 muestra la función estimada de corto plazo, la cual liga el comportamiento de  $DLEMC$ ,  $DLPIB$ ,  $DLPT$ ,  $DLTC$  y  $DLTP$  con el comportamiento a largo plazo de las mismas:

$$DLEMC = 0.12 + 0.29*DLPIB + 0.19*DLPT - 0.32*DLTC - 0.38*DLTP - 0.52*u_{t-1} \quad [18]$$

En el corto plazo, las tasas de crecimiento del PIB y de presión tributaria tienen un efecto positivo sobre el agregado monetario  $EMC$ , por su parte la tasa de interés tiene un fuerte efecto negativo en  $EMC$ , lo que confirmaría la mayor participación que tienen estas variables sobre la demanda monetaria, las que actúan con un rezago anual y tienen el signo esperado acorde al marco teórico analizado.

**Tabla 5: Estimación ECM**

Dependent Variable: DLEMC  
 Method: Least Squares  
 Date: 12/07/16 Time: 20:42  
 Sample (adjusted): 1981 2014  
 Included observations: 34 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.117159	0.034994	3.347944	0.0023
DLPIB	0.291789	0.759657	0.384106	0.7038
DLPT	0.192974	0.147993	1.303941	0.2029
DLTC	-0.315438	0.054052	-5.835782	0.0000
DLTP	-0.381711	0.063629	-5.998990	0.0000
RRES	-0.516111	0.142139	-3.631019	0.0011
R-squared	0.747640	Mean dependent var		0.081353
Adjusted R-squared	0.702576	S.D. dependent var		0.217408
S.E. of regression	0.118567	Akaike info criterion		-1.267898
Sum squared resid	0.393626	Schwarz criterion		-0.998540
Log likelihood	27.55426	Hannan-Quinn criter.		-1.176039
F-statistic	16.59054	Durbin-Watson stat		1.839295
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación de los Coeficientes de la Regresión Estimada

- Cuando se incrementa el 1% del Producto Interno Bruto se estima aumente el circulante en 0.29% en el año, manteniendo constante las demás variables.
- Cuando se incrementa el 1% del Presión Tributaria se estima aumente el circulante en 0.19% en el año, manteniendo constante las demás variables.
- Cuando se incrementa el 1% la Tasa Pasiva se estima disminuya el circulante en 0.38% en el año, manteniendo constante las demás variables.
- No se procede a interpretar el coeficiente del Tipo de Cambio por ser una variable tipo instrumental para la regresión estimada y debido a que Ecuador en el año 2.000 dolarizó su economía y fijo el tipo de cambio en 25.000 sucres por cada dólar Estadounidense, perdiendo de esta manera la gestión de la política cambiaria del país.
- El término  $-0.52 \cdot u_{t-1}$  es el Mecanismo de Corrección de Errores, tiene el signo correcto (negativo) y la probabilidad del coeficiente es muy pequeño e insignificante, apenas 0.0011, el signo negativo es el mecanismo que actúa para reducir el desequilibrio en el próximo periodo, para el presente caso anualmente; el MCE actúa restaurando más del 52% del desequilibrio y gradualmente vuelve a las variables al equilibrio en el periodo  $t$  o en el futuro, el error estandar de EMC respecto de su nivel de equilibrio de largo plazo se corrige anualmente en un 14.2% aproximadamente (ver tabla 5).

### Análisis de causalidad de Granger

Una vez que se determinó que las variables cointegraban se procedió a aplicar la prueba de causalidad de Granger, en la que se estableció si los parámetros de las variables retardadas son estadísticamente diferente de cero, cuya hipótesis nula prueba la no existencia de causalidad, siempre y cuando la probabilidad asociada al estadístico F sea mayor que 0,05,

caso contrario se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna, a continuación se presentan los resultados:

**Tabla 6: Resultados de la aplicación de los contrastes de la causalidad de Granger a las variables I(1)**

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 10/11/17 Time: 22:51

Sample: 1980 2014

Lags: 10

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
DLPIB does not Granger Cause DLEMC	24	0.19054	0.9803
DLEMC does not Granger Cause DLPIB		557.611	0.0920
DLPT does not Granger Cause DLEMC	24	379.447	0.1499
DLEMC does not Granger Cause DLPT		115.440	0.5099
DLTC does not Granger Cause DLEMC	24	159.863	0.3853
DLEMC does not Granger Cause DLTC		462.413	0.1171
DLTP does not Granger Cause DLEMC	24	0.45938	0.8461
DLEMC does not Granger Cause DLTP		717.869	0.0658

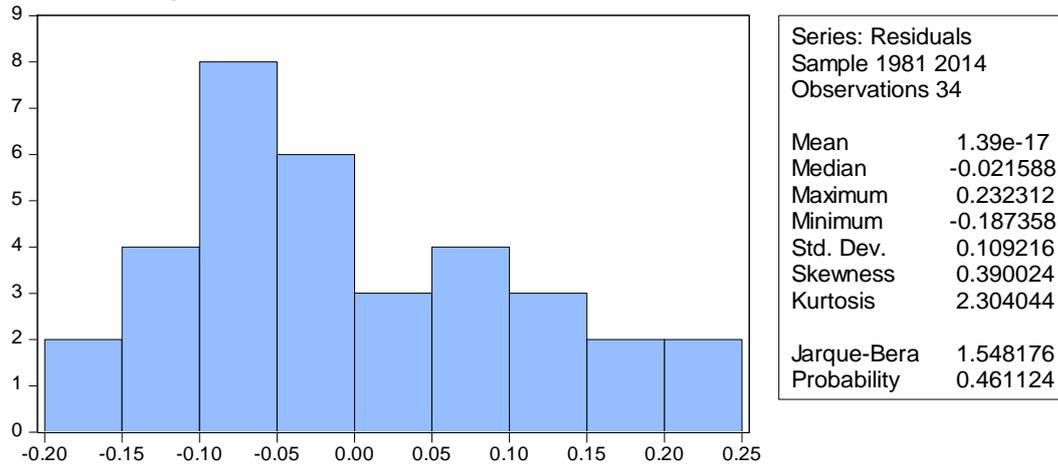
Elaboración: el autor

La Tabla 6 permite afirmar que DLEMC no causa en el sentido de Granger a ninguno de las variables que conforman el modelo, por lo tanto se puede decir que están dadas las condiciones de exogeneidad débil necesarias para la inferencia y las condiciones de exogeneidad fuerte para la predicción.

#### **Análisis de Normalidad del Término de Perturbación**

Para verificar si los residuos del modelo estimado sigue una distribución normal se realizó el histograma de errores y se aplicó la prueba Jarque-Bera, los resultados son los siguientes:

**Gráfico 3.- Histograma de los Residuos**



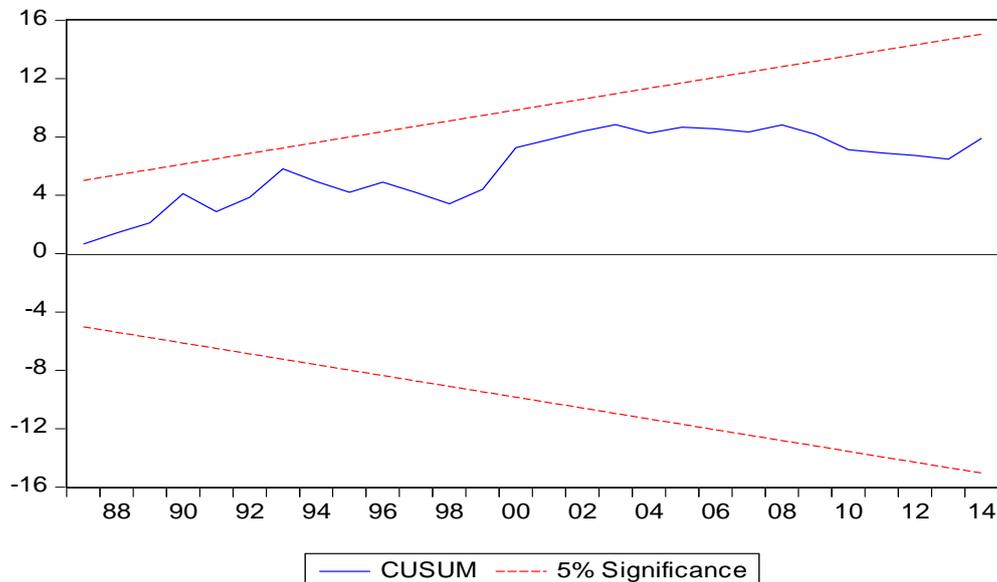
Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 3, muestra al estadístico Jarque-Bera siguiendo una distribución  $\chi^2$  con dos grados de libertad y un nivel de confianza del 5%, en ese sentido  $\chi$  calculado=1.548176 <  $\chi$  Tabla=5.99. Por lo tanto se acepta la hipótesis nula,  $H_0=0$ , los residuos se distribuyen normalmente, hay evidencia estadística que confirma que los residuos se distribuyen normalmente con un 95% de confianza.

### Estabilidad de los Parámetros

Con el fin de comprobar si los parámetros son estables en el periodo de análisis se aplicó el test de CUSUM (Suma Acumulada de las Desviaciones) con 5% de significancia:

**Gráfico 4.- Test de CUSUM**



Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 4 muestra al estadístico dentro de la banda de confianza por lo tanto se puede afirmar que los parámetros del modelo en el tiempo son estables a un nivel de confianza del 95%.

### **Prueba de Especificación del Modelo Estimado**

La prueba de Reset-Ransey confirma la hipótesis,  $H_0=0$ , el modelo está correctamente especificado, por lo tanto aplicando 4 términos ajustados, al 5% de significancia, se acepta la hipótesis nula, confirmando que el modelo está correctamente especificado, la probabilidad asociada (7.35%) es mayor que 5%.

### **Prueba de Heteroscedasticidad de White**

Esta prueba verifica si los residuos del modelo estimado tienen varianza constante, para el efecto, el test de White prueba la hipótesis nula de:  $H_0=0$  Homoscedasticidad, comparando los resultados obtenidos se aprecia que la probabilidad asociada al Test de White (37.68%) es superior al 5%, por lo tanto se acepta la hipótesis nula de Homoscedasticidad.

### **Prueba de Detección de Autocorrelación de Durbin-Watson**

El Estadístico Durbin-Watson es la prueba válida para aplicar a los residuos que se modelan como un proceso autoregresivo de orden 1 AR(1), para el efecto prueba la hipótesis nula,  $H_0=0$ , No existe autocorrelación entre los errores, comparando los resultados obtenidos se aprecia que el estadístico D-W =1.83 cae en la zona de no rechazo de la hipótesis nula, por lo tanto se acepta la hipótesis nula de no autocorrelación.

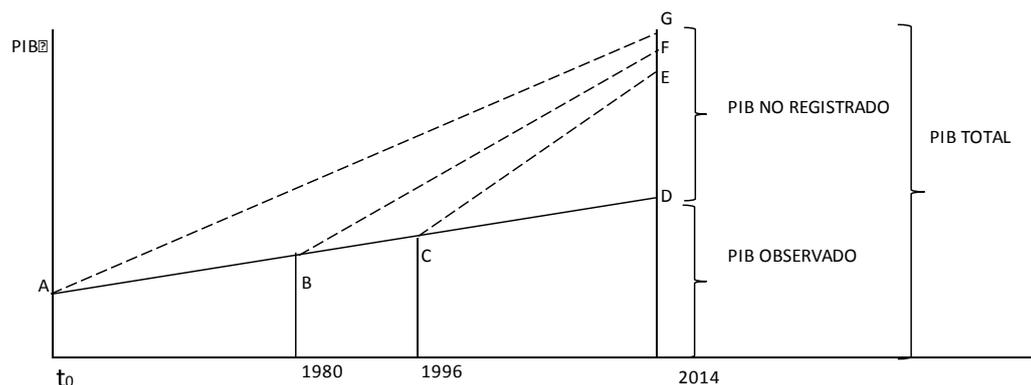
### **Estimación y Análisis de la Economía Informal**

Acorde con el método propuesto por Gutmann (1977) y Tanzi (1986) se procedió a estimar la demanda de circulante sin informalidad cuyo procedimiento fue el siguiente:

- Se estimó la demanda de circulante por Tanzi.
- Luego, se estimó el dinero ilegal que se habría usado en actividades económicas informales, para el cálculo primero se determinaron los promedios de los “valores de anulación de la Economía informal” de cada variable que conforman el modelo, claro está que no se eliminó Presión Tributaria, debido a que esta variable no necesariamente recoge todo el componente de informalidad, como lo sostiene Tanzi, debido que existe en la economía un mínimo de reconocimiento y disposición al pago de tributos por parte de la sociedad sin que esta provoque o genere informalidad, si se implementara arbitrariamente un valor que anule la economía informal, la estimación que arrojaría serían resultados erróneos, negativos y teóricamente no se podría explicar y justificar.

Con este argumento se preparó una gráfica que sintetiza los criterios utilizados para realizar los cálculos de economía informal:

**Gráfico 5.- Análisis de Criterios**



Elaboración: el autor a partir de la investigación de (Guisarri, 1986, pág. 219)

La gráfica 5 muestra que si se dispundría de información estadística desde el periodo  $t_0$  se podría determinar y verificar que en este año la Economía Informal tendría un valor de cero y estos datos serían indiscutiblemente los valores que anulen la economía informal, el trapecio  $t_0$ -A-D-2014 es el PIB observado, el trapecio  $t_0$ -A-G-D es el PIB no registrado, es decir, es el volumen de economía informal y la sumatoria de las dos áreas representa el PIB total.

Al tenor de este argumento y la información disponible se determinaron los promedios de las variables que permitieron calcular la economía informal, los promedios se calcularon para el periodo que va desde el año 1980 a 1996 tramo en el cual se registra una estabilidad en la democracia y bajos porcentajes de presión tributaria, los resultados fueron los siguientes:

Variable Promedio 1980-1996

PT=25%

PIB=2.74%

TP=1.43%

TC= no se procedió a calcular el tipo de cambio por que la economía ecuatoriana se dolarizó desde el año 2000.

Con esta información estimada se procedió a calcular la demanda de circulante por motivos de informalidad acorde a las recomendaciones de Tanzi, así como también el PIB generado por la economía informal, el PIB total y el PIB observado.

A continuación se presenta la tabla 7 que contiene la información mencionada:

**Tabla 7: Estimaciones de Economía Informal**

<b>AÑOS</b>	<b>PIB Economía Informal</b>	<b>% PIB (Ec-Inf)</b>	<b>PIB observado</b>	<b>PIB total</b>
1980	-	0%	23.884	23.884
1981	9.913,78	39%	25.224	35.138
1982	9.057,99	36%	25.379	34.437
1983	7.604,73	30%	25.294	32.899
1984	8.402,77	32%	25.958	34.361
1985	12.304,23	46%	26.979	39.284
1986	13.255,67	47%	27.914	41.170
1987	8.502,67	31%	27.842	36.344
1988	9.284,31	31%	29.482	38.766
1989	10.385,21	35%	29.778	40.163
1990	8.539,71	28%	30.874	39.414
1991	8.749,93	27%	32.199	40.949
1992	11.152,46	34%	32.880	44.032
1993	15.313,14	46%	33.529	48.842
1994	13.784,47	39%	34.956	48.741
1995	14.010,91	39%	35.744	49.755
1996	14.514,20	40%	36.363	50.877
1997	17.140,60	45%	37.936	55.077
1998	15.914,27	41%	39.176	55.090
1999	12.968,58	35%	37.319	50.288
2000	14.971,31	40%	37.726	52.698
2001	14.363,33	37%	39.241	53.605
2002	13.657,64	33%	40.849	54.507
2003	13.066,51	31%	41.961	55.028
2004	17.132,70	38%	45.407	62.539
2005	17.177,69	36%	47.809	64.987
2006	18.038,01	36%	49.915	67.953
2007	17.832,67	35%	51.008	68.840
2008	21.133,24	38%	56.296	77.430
2009	18.740,72	35%	54.192	72.932
2010	23.742,06	41%	57.885	81.627
2011	24.567,36	40%	61.672	86.239
2012	26.104,71	40%	64.735	90.839
2013	26.084,79	39%	67.209	93.293

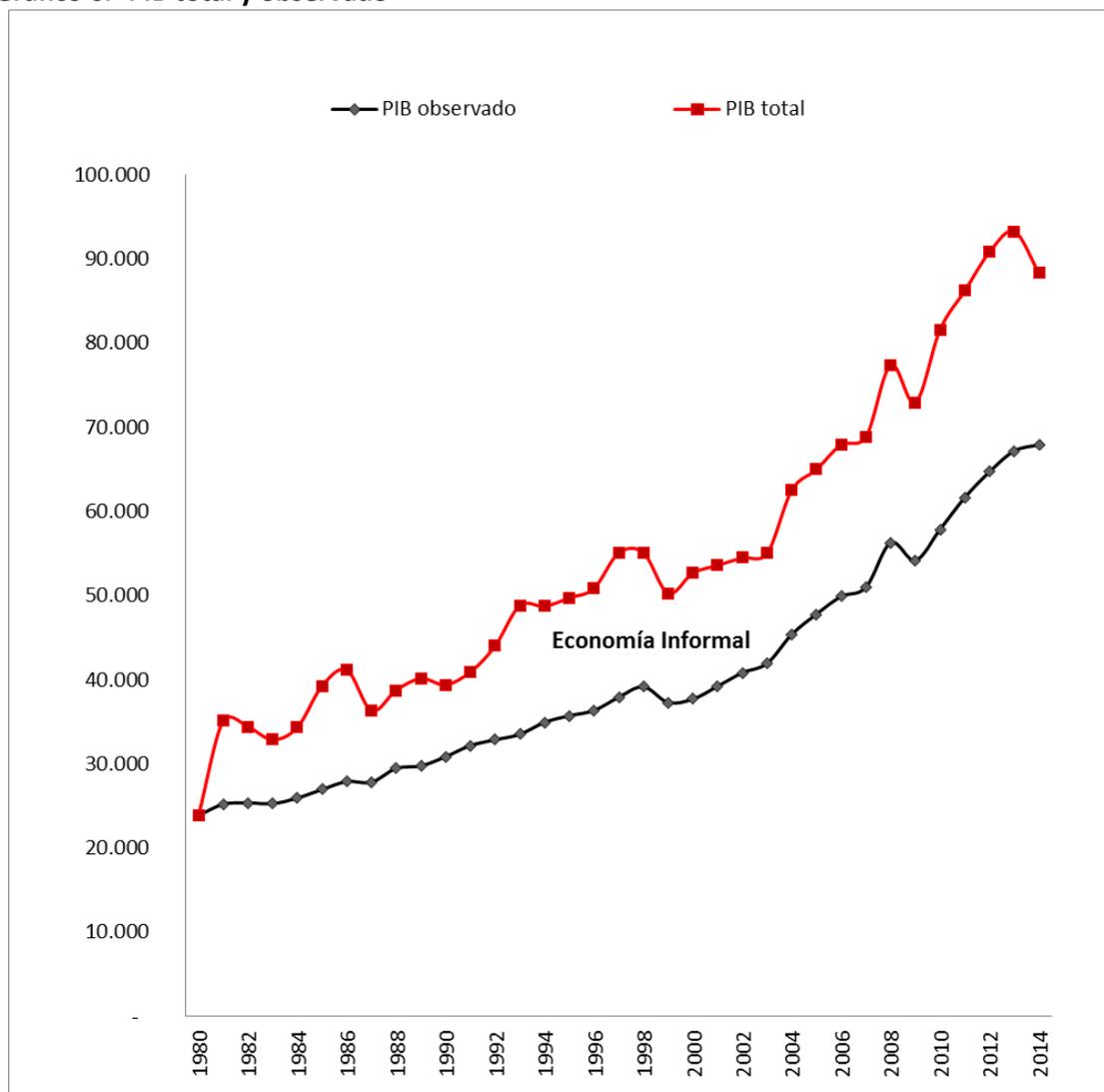
Fuente: Banco Central del Ecuador 2016

Elaboración: el autor

La tabla 7 presenta las estimaciones de la economía informal para el caso ecuatoriano para el periodo 1980-2013 en términos absolutos y relativos.

A continuación se presenta la gráfica 6 en la que se muestra la evolución de la Economía Informal estimada a través del método de la demanda de circulante:

**Gráfico 6.- PIB total y observado**



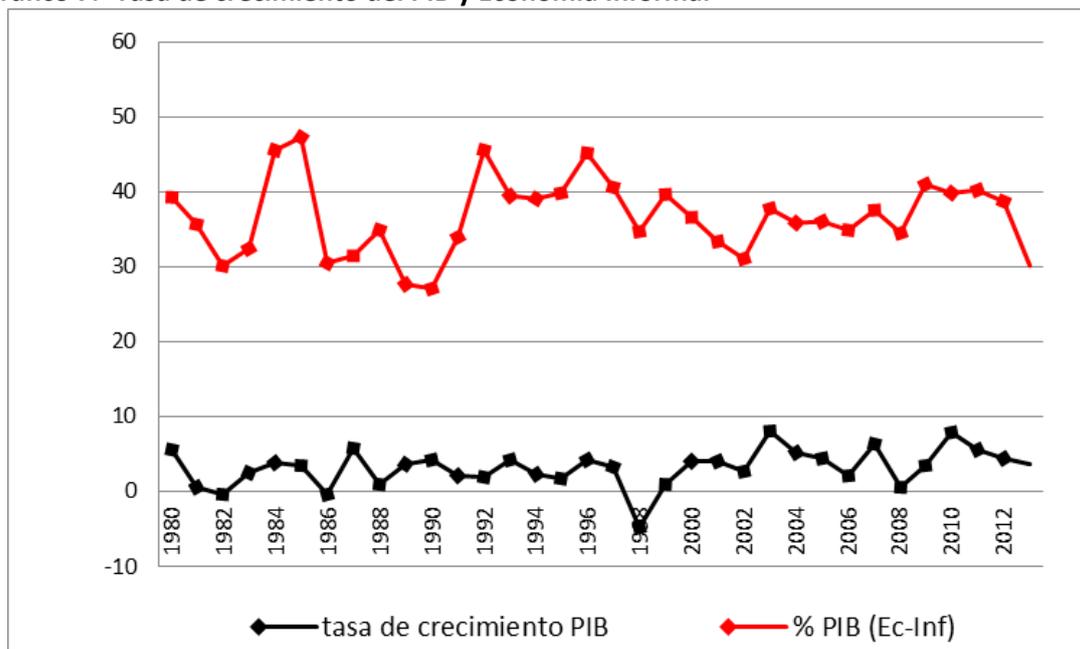
Elaboración: el autor

En efecto, la gráfica 6 muestra la presencia de Economía Informal para el periodo que va desde 1980 al 2013 y analizando el tramo de dolarización que va desde el año 2000 en adelante el promedio de Economía Informal con corte al año 2013 bordeó el 36,5%.

La gráfica 7 muestra que en el periodo de inestabilidad política que vivió el país entre los años 1996-1999 el PIB decreció y a la par también lo hizo la Economía Informal, claro está que no se debió a políticas públicas laborales aplicadas a disminuir la informalidad, sino más bien al efecto en la economía provocada por la migración de ecuatorianos de los segmentos más pobres hacia los grandes centros industriales de Europa y Norte América.

El periodo de dolarización que inició desde el año 2000 en adelante se aprecia que la informalidad se mantuvo fluctuando conforme la evolución de la tasa de crecimiento del PIB, el promedio es de 36.5%, y otra vez se confirma que producto de la crisis del 2009 el PIB cayó y en igual sentido lo hizo la economía informal, solo que esta vez sí se debió a la implementación de política pública en especial de las medidas fiscales aplicadas a la Simplificación del Régimen Fiscal y la Reducción de Impuestos (RISE).

**Gráfico 7.- Tasa de crecimiento del PIB y Economía Informal**



Elaboración: el autor

Para el último periodo presidencial que va del 2007-2014, el promedio de economía informal registra 37.1%, lo cual al ser contrastada la dinámica y evolución de la informalidad con el sector real se aprecia que en los tres primeros años el porcentaje de informalidad se mantiene en 35% en promedio, sin embargo, al siguiente año de la crisis del 2009 producto de los fuertes choques registrados en el PIB y en la Inversión, la economía informal vuelve a incrementarse a promedios semejantes a los registrados en la crisis de fin de siglo 40%.

Estos datos muestran la fragilidad de la economía ecuatoriana a los choques externos y la debilidad del mercado laboral.

## 5. Conclusiones

1. Este estudio ha tratado de entender la posible relación casual que puede existir entre las Especies Monetarias en Circulación con la Presión tributaria, la Tasa de Interés, el Producto Interno Bruto y el Tipo de Cambio y a partir de esta relación estimar la economía informal para el periodo 1980-2013, para lograr conseguir este objetivo fue necesario agotar el análisis de las posibles relaciones de cointegración de Engle-Granger (1986).
2. La prueba de cointegración de Engle-Granger (1986) permitió identificar la presencia de cointegración entre las series del modelo EMC, PT, TP, PIB y TC, las que parecen tener una combinación lineal de equilibrio, volviendo a los estimadores de mínimos cuadrados ordinarios de los coeficientes de integración consistentes de orden uno.
3. La prueba de causalidad de Granger permitió establecer que EMC no causa en el sentido de Granger a ninguno de las variables que conforman el modelo y que hay condiciones de exogeneidad débil necesarias para la inferencia y condiciones de exogeneidad fuerte para la predicción.
4. La relación a largo plazo entre las variables fluctúa en torno a una constante demostrada a través del análisis de cointegración.
5. El análisis de cointegración está completo con la estimación del mecanismo de corrección de errores, el MCE  $-0.52 \cdot ut-1$  tiene el signo correcto (negativo), la probabilidad del coeficiente es muy pequeño e insignificante, apenas 0.0011; este

- mecanismo actúa restaurando más del 52% del desequilibrio y gradualmente vuelve a las variables al equilibrio en el periodo  $t$  o en el futuro.
6. Debido a la implementación de los nuevos criterios para anulación de la economía informal se pudieron realizar nuevos análisis del comportamiento y generación de la economía informal, las estimaciones calculadas con el método monetario guardan consistencia con la teoría y recogen la dinámica del comportamiento de la economía ecuatoriana.
  7. La fortaleza del método monetario se basa en el instrumental econométrico, estadístico y probabilístico aplicado para su modelación, sin embargo las estimaciones obtenidas deben ser tomadas con prudencia debido a los supuestos en los que se basa el modelo monetario, con estas consideraciones se aprecia que las estimaciones de economía informal para el periodo que va desde el año 2000 al 2013 es 36.5%, aproximándose a los porcentajes de economía informal obtenidos por Banco Mundial 36.94% para igual periodo.
  8. Vinculando la teoría con los parámetros que conforman el modelo econométrico monetario se apreció que debido a la presencia de economía informal no se habría recaudado impuestos al menos el 27% de su valor potencial.
  9. Debido a las debilidades de control tributario del Estado, en el periodo 2000-2013 habían empresarios informales que estaban produciendo en promedio el 36.9% del PIB nacional y evadiendo impuestos en promedio el 3% en relación al PIB, quienes aprovecharon la oportunidad comercial y la ventaja competitiva inesperada que en ese momento les ofrecía el entorno comercial y jurídico del país.
  10. Este modus empresarial estaba permitiendo que un pequeño grupo de empresarios informales ostenten menores costos en la adquisición de los insumos y materias primas, debido a que sus trabajadores no estaban afiliados a la seguridad social y no pagaban tributos al fisco, por lo tanto les representaba mayores ingresos y margen de rentabilidad.
  11. A diferencia que otro grupo de informales mantenían una estructura operativa y empresarial muy frágil y vulnerable a los cambios del entorno, con fuertes dificultades para hacer frente a las exigencias de un mercado dinámico y cambiante, este grupo de empresarios informales fueron los que acogieron las políticas e incentivos de formalización emprendido por el Estado y fueron los que contribuyeron al incremento del 1.1% del PIB registrado en el año 2013.

## Referencias.

Aguilar, V., & Sarmiento, J. (Junio 2007). *La Economía oculta en el Ecuador: Estructura y evolución, período 1980-2006*. Cuenca: Universidad de Cuenca.

Ahumada, H., Canavese, A., Canavese, P., & González Alvaredo, F. (Agosto de 2000). La demanda de Circulante y el Tamaño de la Economía Oculta, Revisión de un método de estimación con una ilustración para la Argentina. *Instituto y Universidad Torcuato Di Tella*.

Arano Barrientos, P. (2010). *Medición y caracterización de la economía informal y formal y su relación con los trabajadores migrantes y no migrantes de la ciudad del Alto y La Paz*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.

Arano Barrientos, P. (2010). *Medición y caracterización de la economía informal y formal y su relación con los trabajadores migrantes y no migrantes de la ciudad del Alto y La Paz*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.

Banco Mundial, Unidad de Gestión para los Países Andinos. (2012). *Ecuador, Las Caras de la Informalidad*. Washington: Banco Mundial.

BID. (2001). *El Empleo Informal en América Latina y el Caribe: Causas, consecuencias y recomendaciones de política*. Caracas, Venezuela: BID.

Bombarolo, F. (2001). *Mitos, miserias y epopeyas de las organizaciones sociales...la construcción cultural y el conflicto social, no saben de sectores* (1 ed.). Cayapa: Revista Venezolana de Economía Social.

Cadena Jaramillo, A., & Uthoff, A. (2015). *Políticas públicas en seguridad social para el empleo informal en el Ecuador*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

Cagan, P. D. (1958). *The Demand for Currency Relative to the Total Money Supply* (Vol. 66). Chicago: The Journal of Political Economy.

CEPAL. (1994). *Revista de la CEPAL* (52 ed.). Santiago de Chile: CEPAL.

De Soto, H. (1987). *El otro sendero*. Lima: El Barranco.

Escobar Montalvo, J. M. (2008). *UNA MEDICIÓN DE LA ECONOMÍA SUBTERRANEA PERUANA A TRAVÉS DE LA DEMANDA DE EFECTIVO: 1980-2005*. Lima: Consorcio de Investigación Económica y Social - CIES.

Feige, E. L. (1979). *How Big is the Irregular Economy?* (Vol. 22). New York: Challenge Nov-Dec.

Flores Curiel, D., & Valero, J. (2013). *Tamaño del sector informal y su potencial de recaudación en México*. Monterrey, México: Centro de Investigaciones Económicas Universidad Autónoma de Nuevo León.

Freijé, S. (2002). *El empleo informal en América Latina y el Caribe: Causas, consecuencias y recomendaciones de política*. Caracas: Instituto de Estudios Superiores de Administración (IESA)-Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Friedman, E., Kaufmann, D., Johnson, S., & Zoido-Lobaton, P. (2000). *Dodging the grabbing hand: the determinants of unofficial activity in 69 countries* (Vol. 76). Conference paper, The Nobel Symposium in Economics—The Economics of Transition, Stockholm,: Journal of Public Economics.

Gómez Naranjo, L. G., & Gómez Agudelo, Y. (2005). *Apuntes sobre la economía informal, caso Medellín*. Medellín: Red de revistas científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal.

Guisarri, A. (1986). *La demanda de circulante y la informalidad en la Argentina 1930 - 1983. Seminarios y ITDT*.

Guisarri, A. (1989). *LA ARGENTINA INFORMAL, Realidad de la vida económica* (Vol. 1 edición). Buenos Aires, Argentina: Emece Editores.

Gutmann, P. M. (1977). *The Subterranean Economy* (Vol. 33). Financial Analysts Journal.

Harris, J. R., & Todaro, M. (1970). *Migración, Desempleo y Desarrollo: Un análisis de dos sectores* (60 ed.). Boston: American Economic Review.

Hart, K. (1970). *Small scale entrepreneurs in Ghana and development planning*. Inglaterra: The Journal of Development Studies.

Hidalgo Pallares, J., & Hurtado Pérez, F. (2015). El socialismo del siglo XXI. *Ecuador*, 129 - 184.

Humeréz Quiroz, J. (Abril de 2005). UNA ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO DE LA ECONOMÍA INFORMAL, UN EJERCICIO PARA BOLIVIA: 1990-2003. *UNIDAD DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS SOCIALES Y ECONÓMICAS*.

Hurtado, F., Baquero, D., Guerra, D., & Mieles, J. (2015). Responsabilidad fiscal en una economía dolarizada. *Ecuador*, 151 - 174.

INEC. (2015). *Actualización metodológica: Empleo en el sector informal y la clasificación de los ocupados según sectores* (Vol. julio 2015). Quito: INEC.

Instituto Nacional de Estadísticas e Informática. (2014). *Producción y empleo informal en el Perú, cuenta satélite de la economía informal*. Lima: Talleres Gráficos.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos-INEC. (2014). Metodología para la medición del empleo en Ecuador. *Ecuador en cifras*, 1-23.

Jiménez Restrepo, D. M. (2012). *La informalidad laboral en América Latina: ¿Explicación estructuralista o institucionalista?* (58 ed.). (U. N. Colombia, Ed.) Bogotá D.C.: Cuadernos de economía.

Joreskog, K. G., & Goldberger, A. S. (1975). *Estimation of a Model with Multiple Indicators and Multiple Causes of a Single Latent Variable* (Vol. 70). Estados Unidos de Norte América: Journal of the American Statistical Association.

Kaufmann, D., & Kaliberda, A. (1996). *An unofficial analysis of economies in transition: An Empirical Framework and lessons for policy*. Estados Unidos: Harvard Institute for International Development.

Lewis, W. A. (1954). *Economic Development with Unlimited Supplies of Labour* (Vol. 2). Manchester: The Manchester School.

Loayza, N. (1997). *The economics of the informal sector a simple model and some empirical evidence from latin america* (Vol. Policy Research Working Paper ). Washington: The World Bank.

Loyo, E. (1996). *Un modelo del mercado laboral venezolano* (Vol. 4). Caracas: Serie documentos de trabajo gerencia de investigaciones económicas.

Lozano Cetina, J. (2013). *FACTORES ASOCIADOS A LA ECONOMÍA EN SURAMÉRICA, Análisis desde un enfoque de múltiples causas y múltiples indicadores*. Santiago de Cali, Colombia: Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Sociales y Económicas.

Machado, R. (2014, primer semestre). La Economía Informal en el Perú: Magnitud y determinantes (1980-2011). *Apuntes: Revista de Ciencias Sociales*, XLI (74), 197-233.

Noboa Peña, J. (2014). *Una estimación Cuantitativa de la Economía Subterránea en la República Dominicana*. (E. C. Económicas, Ed.) República Dominicana.

Pacheco Barzallo, D. P. (2006). *Ecuador: El ciclo económico y la política fiscal*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Portes, A., & Haller, W. (2004). *La Economía Informal*. Santiago de Chile: CEPAL.

Ranis, G., & Fei, J. (1961). *Una teoría del desarrollo económico* (Vol. 51). The American Economic Review.

Registro Oficial 444 de 10-may-2011. (2011). *LEY ORGÁNICA DE ECONOMÍA POPULAR Y SOLIDARIA DEL SISTEMA FINANCIERO*. Quito: LEXIS.

Sánchez Torres, R. M. (2013). *Enfoques, conceptos y metodologías de medición de la informalidad laboral en Colombia*. Buenos Aires: Centro de Estudios e Investigaciones Laborales.

Serrano Mancilla, A. (2011). *Análisis de Informalidad en el Ecuador: Recetas tributarias para su gestión*. Quito: Servicio de Rentas Internas.

Tanzi, V. (1986). *The Underground Economy in the United States* (Vol. 30). Washington: International Monetary Fund.

Todaro, M. (1961). *A model of migration and urban unemployment in less developed countries*. The American Economic Review 59:13 8-48.

Tokman, V. (2007). *Informalidad, inseguridad y cohesión social en América Latina*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

Torres Galarraga, A., & Serrano Mancilla, A. (2010). *Análisis de las características generales del sector informal en el Ecuador - Segmento pequeños comercios*. Quito: FLACSO.

Zárate Tenorio, B. A. (2008). *Atrápame si puedes. ¿Por qué las empresas evaden la seguridad social en México?* México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.



## El impacto económico del desmantelamiento nuclear en España

CÁMARA, ÁNGELES

Departamento de Economía Financiera y Contabilidad e Idioma Moderno  
Universidad Rey Juan Carlos (España)

Correo electrónico: angeles.camara@urjc.es

MARTÍNEZ, M.<sup>a</sup> ISABEL

Abay Analistas Económicos (España)

Correo electrónico: mmartinez@abayanalistas.net

RODRÍGUEZ, LEILA

Abay Analistas Económicos (España)

Correo electrónico: lrodriguez@abayanalistas.net

### RESUMEN

El proceso de desmantelamiento de una central nuclear conlleva una serie de actividades económicas, vinculadas a sectores económicos distintos del energético, que suponen una oportunidad de desarrollo económico, no solo para las comunidades locales en las que se emplaza la central, sino también para el resto de la sociedad. Actualmente, las centrales nucleares españolas tienen una vida operativa media de 33 años y en una década acabará su vida de diseño, por lo que es de interés conocer la repercusión económica que tendrá su desmantelamiento. Para ello, en el presente artículo, se desarrolla un modelo multisectorial con el que se analiza el impacto del proceso de desmantelamiento, que engloba tanto el cierre de las centrales, como la sustitución por otras fuentes energéticas y la gestión de los residuos radioactivos.

**Palabras claves:** desmantelamiento nuclear; impacto económico; modelo input-output.

**Clasificación JEL:** C67; Q43; Q53.

**MSC2010:** 93D25; 91B02; 91B50.

# The Economic Impact of Nuclear Dismantlement in Spain

## ABSTRACT

The process of dismantling a nuclear power plant involves a series of economic activities, linked to economic sectors other than energy, which represent an opportunity for economic development, not only for the local communities where the power plant is located, but also for the rest of the society. Currently, the Spanish nuclear power plants have an average operating life of 33 years and in a decade will end its design life, so it is of interest to know the economic impact that will have its dismantling. For this, in this paper a multisectorial model is developed with which the impact of the dismantling process is analyzed, which includes both the closure of the plants, as well as the substitution of other energy sources and the management of radioactive waste.

**Keywords:** Nuclear dismantling; economic impact; input-output model.

**JEL classification:** C67; Q43; Q53.

**MSC2010:** 93D25; 91B02; 91B50.



## 1. Introducción.

El cierre progresivo de las centrales nucleares en España es un hecho ineludible que trasciende al debate sobre cuáles serán las fuentes energéticas que utilizemos en el futuro, por lo que se hacen necesarios estudios en los que se aborde su planificación y el análisis de las implicaciones económicas y sociales que conllevará dicho cierre. Además del impacto en las comunidades locales donde las centrales nucleares se encuentran emplazadas, el proceso de desmantelamiento conlleva una serie de inversiones vinculadas a otros sectores económicos distintos del energético, que suponen una oportunidad de desarrollo económico que afecta no solo a las comunidades locales, sino que, en mayor o menor medida, repercute en toda la sociedad.

Al final de la vida de cualquier planta de producción de energía nuclear, esta necesita ser descontaminada de sustancias radioactivas y desmantelada, de forma que el emplazamiento original de la planta pueda reconvertirse a otros usos sin peligro alguno para la salud de la población local y para el medioambiente. Además, motivaciones económicas, técnicas e incluso políticas pueden obligar también al cierre de las instalaciones nucleares a lo largo de su vida. El desmantelamiento nuclear es, por tanto, un hecho necesario e inevitable y, por su fuerte impacto en las comunidades locales, debe ser estudiado y controlado por la sociedad.

La información de la International Atomic Energy Agency nos dice que, hasta el año 2017, 164 reactores nucleares habían sido apagados en el mundo, de los cuales 94 en Europa y 34 en Estados Unidos. En el año 2025, un tercio de las plantas que se encuentran actualmente operando en Europa habrán cumplido su período de vida útil (tiempo durante el cual la instalación puede funcionar de forma segura y económicamente viable). De hecho, algunos países de nuestro entorno están avanzando aún más en esta materia, como es el caso de Alemania, donde se ha apostado por el abandono completo de la energía nuclear, estableciendo el cierre de todas sus plantas antes del año 2022.

En este contexto, y teniendo en cuenta que el parque nuclear español tiene, en la actualidad, 33 años de vida operativa media y su vida de diseño (duración mínima de las estructuras, sistemas y componentes de una planta, durante la cual se espera que la instalación funcione con plena seguridad) acabará entre los años 2020 y 2028, es de interés conocer qué repercusión económica puede tener el desmantelamiento de las instalaciones nucleares en España. Se analizará el proceso de desmantelamiento de las ocho centrales nucleares existentes en la actualidad, seis de ellas en funcionamiento y dos de ellas en proceso de desmantelamiento. Estas centrales nucleares generaron en el año 2016 el 21,4% de la producción de energía eléctrica total en España.

La importancia de la estimación del impacto macroeconómico del desmantelamiento nuclear reside en la obtención de información clave para la toma de decisiones. Pero más allá de este objetivo principal, en la medida que visibiliza y concreta importantes partidas de costes vinculadas a la energía nuclear, el análisis de su impacto mejora también la transparencia del sistema eléctrico nacional y enriquecen el debate público sobre el modelo energético futuro.

En este sentido, el objetivo principal de este artículo es la medición del impacto económico, en términos de empleo y PIB, que tendría el desmantelamiento de las centrales nucleares en España. Asimismo, y dado que es un requisito previo de la modelización, se cuantifican las inversiones requeridas y se identifican las ramas que recibirán sus principales impactos. Por último, se profundiza en el tipo de empleo que se creará en el proceso de desmantelamiento nuclear en España. Dichas modelizaciones se realizarán utilizando una metodología input-output, en concreto un modelo de demanda expresado en términos monetarios. Este modelo

multisectorial está basado en una Tabla Input-Output de la economía española, desagregada y actualizada para su utilización en las modelizaciones.

Para dar respuesta a estos objetivos, el artículo se ha organizado en cinco epígrafes. En el primero se realiza un análisis del estado de la cuestión en relación con la estimación de los costes del desmantelamiento nuclear, en el segundo se presenta la metodología utilizada en el análisis, en el tercero se detallan las fases que requiere el proceso de desmantelamiento, en los dos últimos se presentan los impactos macroeconómicos, tanto de cada una de las fases como del proceso global, y se finaliza con las principales conclusiones del análisis realizado.

## **2. Estudios de impacto socioeconómico del desmantelamiento nuclear.**

En este epígrafe se realiza una revisión de los análisis del impacto del desmantelamiento nuclear que se han desarrollado hasta la actualidad en base, particularmente, a las experiencias previas de desmantelamiento en Europa y los EE.UU. Dentro de Europa, la International Atomic Energy Agency nos dice que son Reino Unido, Alemania y Francia los países que cuentan con una mayor experiencia en los procesos de desmantelamiento nuclear, puesto que son en los que más reactores nucleares se han desmantelado o están en proceso de hacerlo después del final de las operaciones, siendo 30, 28 y 12 respectivamente en cada país (datos del año 2017). Por este motivo, es para estos países, junto con Estados Unidos, para los que se han realizado análisis económicos del desmantelamiento nuclear.

Debido a la función principal que cumplen normalmente los análisis económicos en relación al desmantelamiento nuclear, esto es, conocer el coste que supone el proceso para controlar así la financiación necesaria para llevarlos a cabo, una gran parte de los documentos consisten en una estimación de los costes de las distintas actividades que forman parte del largo proceso de desmantelamiento. En cambio, son menos los análisis consistentes en estudiar el impacto socioeconómico de este proceso en las comunidades locales, ya sea en términos de empleo o en otros aspectos cuantitativos y cualitativos de carácter social y económico.

Los estudios de caso existentes que analizan el proceso de desmantelamiento de centrales en varios países, parecen indicar un escenario, a medio plazo, más bien optimista. Así, tras la pérdida inicial de puestos de trabajo en la central nuclear, el propio proceso de desmantelamiento y la diversificación económica que suelen experimentar las localidades en las que se asentaban las instalaciones, puede conllevar la generación de nuevas oportunidades laborales para la población.

Según LaGuardia (2012), el análisis económico del desmantelamiento nuclear puede y debe ir más allá del ejercicio de la estimación de los costes económicos de las actividades directamente vinculadas a este proceso, si bien, como se señalaba anteriormente, la mayor parte de la literatura existente versa sobre este último punto, puesto que es determinante y necesario para fijar la financiación del proceso y el asunto más controvertido, políticamente, del desmantelamiento nuclear.

Sin embargo, los costes del impacto social que puede llegar a tener un proyecto de desmantelamiento nuclear en la comunidad local, tanto directamente como indirectamente, amplían la perspectiva ofrecida por el simple análisis económico.

De forma complementaria al análisis de LaGuardia (2012), merece la pena destacar también la exposición que la International Atomic Energy Agency (IAEA, 2008) hace sobre la gestión del

impacto socioeconómico del desmantelamiento nuclear, en relación tanto a los efectos socioeconómicos potenciales del cierre y desmantelamiento de las plantas nucleares, por una parte, y en relación a los factores que afectan la escala del impacto socioeconómico por otra. Presenta también distintos casos prácticos de análisis de impacto socioeconómico, si bien están centrados más en evaluar la gestión del impacto que en su cálculo y su metodología (Tabla 1).

**Tabla 1. Estudios de caso de impacto socioeconómico analizados por IAEA**

	<b>Instalación nuclear</b>
Francia	Creys-Malville
Alemania	Greifswald
Lituania	Ignalina
Rusia	VARIOS
España	Vandellós I
Suecia	Barsebäck
Reino Unido	Dounreay

Fuente: IAEA (2008)

En la siguiente tabla (Tabla 2) se recogen algunos trabajos en los que se analiza el impacto socioeconómico del desmantelamiento nuclear y en los que se hace hincapié en el enfoque cuantitativo, en la línea del trabajo que aquí se presenta.

**Tabla 2. Trabajos de impacto socioeconómico del desmantelamiento nuclear con información cuantitativa**

<b>País</b>	<b>Año</b>	<b>Autor</b>	<b>Título</b>
EE. UU.	2013	Mc Cullough	Economic Analysis of the Columbia Generating Station
Reino Unido	2013	House of Commons	Nuclear Decommissioning Authority: Managing Risk at Sellafield
Reino Unido	2012	Grangeston	The Socio-economic Impacts of Dounreay Decommissioning
EE. UU.	2010	Riener	The Local Economic Impacts of Decommissioning the Diablo Canyon Power Plant
Varios	2008	IAEA	Managing the Socioeconomic Impact of the Decommissioning of Nuclear Facilities
España	2003	Barceló Bernet	Social and Economic Aspects of the Decommissioning of Nuclear Installations

Fuente: Greenpeace (2016)

Desde un punto de vista más académico queremos destacar los siguientes artículos. Mullin y Kotval (1997) realizan un estudio de caso de los efectos locales del cierre de una planta de energía nuclear, destacando el papel que los gobiernos locales y estatales tienen para ayudar a las comunidades a realizar la transición a una economía no nuclear. Bond et al (2003) revisan el marco legislativo y de orientación para la evaluación del impacto ambiental de los proyectos de desmantelamiento de centrales nucleares, basándose en una amplia retroalimentación obtenida de 18 países y la Comisión Europea. Bond et al (2004) analizan tres experiencias de desmantelamiento (Alemania, España y Reino Unido) para tratar de identificar elementos de

buenas prácticas en cuanto a la evaluación del impacto ambiental. Wallbridge et al (2013) realizan un estudio de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) sobre el desmantelamiento en curso de una planta nuclear, para estimar los posibles impactos ambientales para los 11 reactores que deberán ser clausurados durante este siglo en el Reino Unido. Seier y Zimmermann (2014) también utilizan un ACV para analizar los impactos ambientales del desmantelamiento en curso de una central nuclear en Alemania. Haller (2014) analiza el impacto sobre la población local del desmantelamiento de una central en Estados Unidos, centrándose en los servicios públicos, el sistema escolar local y los medios de vida de los residentes. Y, por último, Bretschger y Zhang (2017) investigan las consecuencias económicas a largo plazo de la eliminación de la energía nuclear en Suiza en presencia de políticas climáticas rigurosas.

A nivel nacional disponemos de dos trabajos de análisis de impactos, el trabajo de Llop y Sardà (2005), que determinan el impacto económico asociado al proceso de desmantelamiento de la Central Vandellòs I, medido en términos de la renta global que generó sobre el territorio el cierre de la central; y el de Fuentes et al (2017), que determinan el impacto del desmantelamiento de la Central de Almaraz, medido en términos de empleo y generación de valor añadido.

### **3. Metodología utilizada en el análisis.**

El impacto económico de los distintos escenarios se realiza a través de una modelización multisectorial, en concreto, un modelo de demanda expresado en términos monetarios. Previamente a la modelización se ha hecho necesario realizar una actualización al año 2014 de la última Tabla Input-Output (TIO) simétrica publicada por el Instituto Nacional de Estadística (INE), y realizar una desagregación del sector eléctrico en ocho subsectores, siete subsectores para la producción de energía eléctrica y un subsector de transporte y distribución de la misma.

La modelización con TIO ha sido utilizada ampliamente durante las últimas décadas, destacando por su carácter metodológico los trabajos de Lahr and Dietzenbacher (2001) y Miller and Blair (2009). Esta metodología permite analizar el efecto de un impacto económico desde la demanda final (puede ser a través del consumo, de la inversión o de las exportaciones) en cada uno de los sectores que componen la economía.

#### **3.1. Actualización de la Tabla Input-Output.**

Para el desarrollo de este trabajo se ha considerado oportuno utilizar los datos más recientes de contabilidad nacional publicados por el INE, que en el momento de iniciar el trabajo eran los datos del año 2014. Para ello se tomó la última TIO simétrica publicada por el INE referida al año 2010 y se actualizó al año 2014. Una primera fase de la actualización se realizó utilizando la información económica disponible relativa al año 2014 (producción, VAB, importaciones, exportaciones, gasto en consumo final, impuestos, ...).

La segunda fase de la actualización consistió en obtener la matriz de consumos intermedios, núcleo del modelo input-output que se ha utilizado en las modelizaciones. A partir de la tabla input-output simétrica del año 2010, esta matriz de consumos intermedios se obtiene mediante un método iterativo de aproximación conocido en la literatura especializada como método RAS (Bacharach, 1970; Robles y San Juan, 2005).

Al tener que ajustar tanto las filas como las columnas, aparece el problema de la biproportionalidad. El método RAS es un método biproportional en el que cada rama de actividad está caracterizada por dos multiplicadores, uno de sustitución y uno de fabricación ( $r$  y  $s$ ) con los que se asume que las variaciones operan uniformemente sobre las filas y las columnas de la matriz. De forma que de la aplicación de estos coeficientes a la matriz original ( $A_0$ ) de coeficientes técnicos resulta una segunda matriz estimada ( $A_1$ ), cuyos elementos son consistentes con los valores observados de inputs y outputs intermedios de cada rama de actividad en el año de la actualización.

Cuando  $r$  y  $s$  son aplicados simultáneamente sobre  $A_0$  obtenemos  $A_1 = \mathcal{R} A_0 \mathcal{S}$ , expresión matemática de la operación matricial que da nombre al método

### 3.2. Desagregación de la Tabla Input-Output.

Para el desarrollo de este trabajo, es necesario disponer de información detallada sobre las distintas tecnologías que componen el sector eléctrico. Para ello se utilizan las tablas input output, pero el principal obstáculo para la aproximación a estas actividades es que las TIO no recogen información particularizada para estas energías, sino que toda la producción de energía eléctrica se presenta, junto al transporte y la distribución de la misma, en una única rama.

Por ello, además de la actualización de la TIO 2010 al año 2014, descrita anteriormente, se ha procedido también a la desagregación del sector unitario de energía eléctrica en ocho subsectores diferentes; siete subsectores para la producción de energía eléctrica (fuentes convencionales, eólica, solar fotovoltaica y térmica, solar termoeléctrica, biomas, geotérmica y minihidráulica) y un subsector de transporte y distribución de la misma.

La construcción de las distintas columnas, que refleja a modo esquemático cómo cada fuente de energía organiza recursos en torno a su proceso de producción, exige identificar y cuantificar las interrelaciones de cada subsector con sus principales ramas proveedoras de bienes y servicios. Este análisis de interrelaciones se ha realizado a partir de distintos trabajos previos, principalmente de IDAE (2011).

En una tabla *input-output*, en las filas se representan los ingresos obtenidos por la rama de actividad en cuestión, tanto debido a las compras que le hacen el resto de ramas de actividad (consumos intermedios) como debido al consumo final de los sectores institucionales (consumo privado y público), a la formación bruta de capital y a las exportaciones. En el caso de las ramas del sector eléctrico, para construir las filas de las distintas tecnologías, se ha utilizado la siguiente información:

Energía eólica y solar: toda la energía final que se consume procede de su contribución al mix eléctrico, por lo que se obtienen de la primitiva fila de la tabla que recogía a todo el sector eléctrico.

Energía de la biomasa: una parte de su consumo proviene de su aportación al mix eléctrico (8,6%), el resto es consumo final de biomasa; la información sobre qué sectores económicos consumen biomasa se ha obtenido de IDAE 2011 (balance del consumo de energía final). Igualmente, la energía geotérmica tiene una parte de consumo final propio. La geotermia se usa para calefacción y suministro de agua caliente en edificios de balnearios, para calefacción

de otros tipos de edificios (viviendas, colegios) y para calefacción de recintos agrícolas (invernaderos). En consecuencia, se ha distribuido su consumo final entre los sectores correspondientes.

### 3.3. Modelización multisectorial.

En una tabla input-output podemos distinguir la matriz de consumos intermedios, la matriz de factores primarios y la matriz de demanda final. Cada columna de la matriz de consumos intermedios nos muestra los productos intermedios empleados por cada rama productiva para desarrollar su actividad productiva. La matriz de demanda final desglosa en varias operaciones (consumo privado, consumo público, formación bruta de capital y exportaciones) el exceso de recursos de cada rama sobre la demanda intermedia realizada por todas las ramas. A partir de estas matrices se construye un modelo input-output en el que las demandas de factores son independientes de sus precios, los precios de los factores primarios son exógenos, la demanda final es también exógena y los precios de los productos son independientes de la estructura de la demanda.

El modelo input-output utilizado consiste básicamente en un sistema de ecuaciones lineales, cada una de las cuales describe la distribución de los productos de una industria en toda la economía. Estos modelos son modelos multisectoriales lineales en los que los sectores productivos se expresan como funciones lineales de la matriz de demanda. Por lo tanto, la producción total de cualquier sector puede expresarse como la suma de las transacciones con el resto de sectores y las transacciones a través de la demanda final. De este modo se obtiene la siguiente ecuación matricial:

$$X_n = A_{nn} \cdot X_n + D_n \quad [1]$$

siendo  $D_n$  una matriz de orden  $n \times 1$  ( $n$  es el número de sectores productivos) que contiene la demanda final,  $X_n$  una matriz de orden  $n \times 1$  formada por el output total de los sectores y  $A_{nn}$  una matriz de orden  $n \times n$  formada por las propensiones medias al gasto de los sectores productivos (matriz de coeficientes técnicos).

Resolviendo la ecuación:

$$X_n = (I - A_{nn})^{-1} \cdot D_n \quad [2]$$

donde  $(I - A_{nn})^{-1}$  es la matriz inversa de Leontief. Cada elemento  $c_{ij}$  de la matriz inversa muestra el cambio en el output del sector  $i$  si el sector  $j$  recibe una unidad monetaria adicional desde la demanda final. La matriz resultante  $X$  es la matriz que indica el grado en que una inyección exógena en el sistema afecta a los ingresos totales de los sectores.

Partiendo de la ecuación matricial [2], cualquier variación en los ingresos de los sectores (debido a una variación de su demanda final) se verá reflejada en una variación de la matriz de producción como describe la siguiente ecuación:

$$\Delta X_n = (I - A_m)^{-1} \cdot \Delta D_n \quad [3]$$

La expresión  $(I - A_m)^{-1}$  incluye los impactos directos e indirectos en la producción cuando se produce una modificación de la demanda final. Un aumento de la demanda final en un sector generará un aumento en su producción para cubrir la nueva demanda (impacto directo), lo que a su vez hará que dicho sector aumente sus compras al resto de sectores (impacto indirecto).

Este modelo asume que todos los componentes de la demanda final (consumo, formación bruta de capital y exportaciones) son exógenos. No obstante, los consumidores reciben renta como retribución a sus dotaciones de capital y trabajo, renta que gastarán en la adquisición de bienes y servicios. Para reflejar el impacto de los cambios en la renta de los consumidores (el llamado impacto inducido) podemos extender el modelo anterior pasando el consumo de los hogares desde la demanda final a la matriz de coeficientes técnicos (endogeneización del consumo).

Para ello se hace necesario construir una nueva matriz de coeficientes técnicos en la que además de las transacciones intersectoriales (matriz  $A_m$ ) se incluya al sector de las economías domésticas como si se tratara de otro sector productivo. Se añade por tanto una columna que representa el consumo de cada sector  $i$  por unidad de renta ( $C_i/VAB$ ) y una fila que representa la renta doméstica directamente generada al obtener una unidad del sector  $j$  ( $VAB_j/x_j$ ). Esta nueva matriz de orden  $(n+1) \times (n+1)$  nos permite obtener el impacto inducido.

De este modo podemos obtener el impacto total de determinadas medidas económicas como suma de los impactos directos, indirectos e inducidos.

Por tanto, el impacto macroeconómico se ha calculado a través de la desagregación en tres tipos de efectos o impactos:

*Impacto directo.* Recoge los efectos tanto del cambio de mix energético como de las inversiones requeridas, que se materializan en un aumento de la demanda final concentrado en distintas ramas de actividad, las ramas de actividad que han sido receptoras directas de los cambios en la demanda final.

*Impacto indirecto.* Recoge el efecto positivo provocado por el aumento de la demanda intermedia, es decir, por la demanda que las ramas que han crecido con el impacto directo hacen a otros sectores económicos (que son sus proveedores). Se conoce también como "efecto industrial".

*Impacto inducido:* Recoge el efecto positivo sobre la economía del crecimiento del consumo, motivado por el aumento de la renta disponible en los hogares, debido, a su vez, a la creación de los nuevos empleos. Se conoce también como "efecto consumo".

Además del impacto en la producción, estos modelos nos permiten obtener el impacto sobre otras macromagnitudes como pueden ser el empleo y el valor añadido.

Las variaciones en la producción de los distintos sectores provocan a su vez variaciones en el empleo de todas las ramas de actividad. Para obtener el impacto sobre el empleo se calculan

los coeficientes de empleo por rama,  $E_i/x_i$  (empleo por unidad de producción), y con estos coeficientes se construye una matriz diagonal que se incluye en la ecuación [3]:

$$\Delta EMP = \text{diag}(E_i/x_i) \cdot (I - A)^{-1} \cdot \Delta D \quad [4]$$

Donde  $\Delta EMP$  muestra el crecimiento o decrecimiento en el empleo debido a un cambio en la demanda final.

Así mismo, los cambios en la producción provocan cambios en el VAB de las diferentes ramas de actividad, que podemos calcular del mismo modo, utilizando los coeficientes de VAB,  $VAB_i/x_i$  (VAB por unidad de producción), e introduciéndolos en forma de matriz diagonal en la ecuación [3]:

$$\Delta VAB = \text{diag}(VAB_i/x_i) \cdot (I - A)^{-1} \cdot \Delta D \quad [5]$$

Siendo  $\Delta VAB$  la variación en el VAB provocada por un cambio en la demanda final.

### 3.4. Aproximación al tipo de empleo creado.

Atendiendo a la información disponible sobre cómo las distintas ramas de actividad distribuyen su empleo por niveles de estudios, se ha desagregado el empleo creado o destruido por cada rama por esta característica. La información de la estructura educativa del empleo sectorial procede de la Encuesta de Población Activa (EPA).

Para ello se ha construido una matriz de distribución del empleo por nivel de estudios,  $EST_{n \times 3}$  (siendo n el número de ramas de actividad), para distribuir la variación en el empleo de cada una de las ramas de actividad en tres niveles de estudios.

Premultiplicando dicha matriz por una matriz  $EMP_{n \times n}$ , matriz cuadrada que se obtiene al diagonalizar la matriz  $\Delta EMP$ , matriz obtenida en la ecuación [4], obtenemos la desagregación del empleo creado o destruido por niveles de estudios.

La matriz  $EMP \cdot EST$  muestra la distribución del empleo creado entre los tres niveles de estudios considerados.

## 4. Fases del proceso de desmantelamiento de las centrales nucleares.

Como punto de partida, se trabaja con un escenario técnico factible, que permite ir acometiendo un trasvase gradual de la producción de energía eléctrica nuclear a otras fuentes de energía. En él, se incorporan las hipótesis técnicas y las estimaciones económicas requeridas para abordar el desmantelamiento completo de las centrales nucleares y la gestión de los residuos vinculados a las mismas, tanto los ya existentes como los que se generarán hasta el fin de su vida útil y en el proceso de desmantelamiento previsto.

A partir del escenario técnico señalado, se calcula el impacto macroeconómico del proceso de desmantelamiento nuclear. Como se verá a lo largo del epígrafe, dicho impacto está vinculado tanto al trasvase de la producción de energía eléctrica de unas a otras fuentes como a las

inversiones necesarias para acometer el desmantelamiento nuclear completo, que incluye la adecuada gestión de los residuos radiactivos.

Atendiendo a las características del parque nuclear español, en un periodo inferior a 10 años, deberá haber cesado la producción en los ocho reactores operativos actualmente, por haber llegado estos al final de su vida útil prevista y expirar sus licencias de explotación (Tabla 3). Por tanto, en este período deberá trasvasarse, de forma gradual, la producción de energía a otras fuentes alternativas e iniciarse los procesos de desmantelamiento correspondientes.

**Tabla 3. Características del parque de centrales nucleares en España. Año 2016**

Nombre	Tipo reactor	Potencia (neta) MWe	Puesta en marcha (fecha)	Vida útil prevista (nº años)	Vida útil actual (nº años)	Año cese de explotación (real o previsto)
Vandellós 1	GCR	480	06/05/1972	-	-	1990
José Cabrera 1	PWR	160	07/14/1968	-	-	2006
Garroña	BWR	446	02/03/1971	42	42	2013
Almaraz 1	PWR	1049	01/05/1981	39	36	2019
Vandellós 2	PWR	1087	12/12/1987	32	28	2020
Ascó 1	PWR	1033	13/08/1983	37	33	2020
Almaraz 2	PWR	1044	08/10/1983	36	32	2020
Cofrentes	BWR	1092	14/10/1984	36	31	2021
Ascó 2	PWR	1027	23/10/1985	35	30	2021
Trillo-1	PWR	1066	23/05/1988	36	28	2024

Fuente: IAEA, CSN y Greenpeace

Como ya se ha señalado, en el marco de este trabajo se denomina escenario técnico al conjunto de hipótesis y parámetros que se adoptan para poder abordar el desmantelamiento completo de las centrales nucleares, contemplando las distintas decisiones y actividades que se realizarían a nivel operativo.

El escenario técnico global se ha elaborado a partir de cuatro fases que se corresponden con distintos ámbitos de actuación vinculados al proceso de desmantelamiento:

- Traspase de la producción de energía eléctrica nuclear a otras fuentes de energía.
- Incremento adicional de la potencia instalada en energías renovables para poder sustituir la producción eléctrica nuclear.
- Desmantelamiento de las centrales nucleares y restauración de sus emplazamientos
- Almacenamiento temporal de los residuos de alta actividad procedentes tanto de la operación de las centrales, durante toda su vida útil, como del propio proceso de desmantelamiento. Hablamos de un periodo de unos 60 años, que es lo que establece el VI Plan General de Residuos Radiactivos como vida operativa del Almacén Temporal Centralizado propuesto.

A continuación, se detalla el contenido de las distintas fases.

#### 4.1. La sustitución de energía nuclear por otras fuentes.

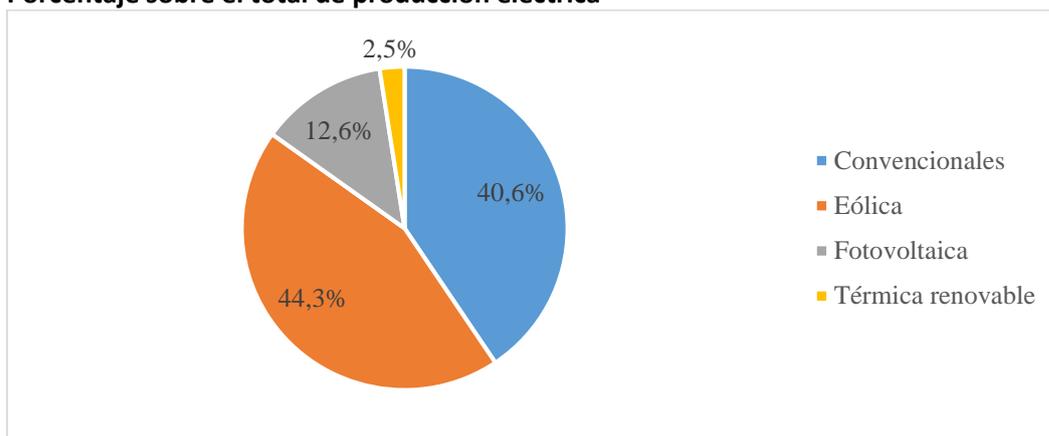
Dado que el período previsto de caducidad de las licencias de explotación de todas las centrales se sitúa entre los años 2019 y 2024, y en 2028 la última central cumplirán los 40 años de vida útil, será necesario ir sustituyendo de forma paulatina la energía nuclear por otras fuentes de energía. A partir del Escenario de prospectiva al año 2020 (MINETUR, 2015) del Ministerio de Industria, única planificación existente para la próxima década, se llevan a cabo las siguientes consideraciones:

El cierre al término de su vida útil de las distintas centrales implicará la necesidad de trasvasar la producción de 59.670 GWh anuales (el 18,01% del mix eléctrico previsto para 2020) a otras fuentes alternativas.

Atendiendo al Escenario de prospectiva utilizado como base, y dado que este sólo contempla un aumento de la participación de los ciclos combinados en la producción eléctrica y de las inversiones en energías renovables, se propone trasvasar la producción nuclear a ambas fuentes: el 40,6% de la producción sería asumido por energías convencionales (ciclos combinados) y el 59,4% iría a fuentes renovables (Gráfico 1). El reparto, dentro de estas últimas, se ajusta también al crecimiento previsto para las distintas tecnologías en el Escenario del MINETUR: así la energía eólica compensaría el 44,3% de la asignación a fuentes renovables, la energía fotovoltaica el 12,6% y la térmica renovable el 2,5% restante.

Según los datos de Red Eléctrica de España (REE, 2016), en el año 2015, la energía nuclear representó alrededor del 21,7% de la electricidad producida en España, mientras que la generación renovable aportó el 36,9% de la electricidad. Este reparto elevaría, en el año 2020, la producción eléctrica con energías renovables de los 121.475 GWh previstos a 156.928 GWh y su participación en el mix eléctrico del 36,9% al 47,2%.

**Gráfico 1. Fuentes de energía a las que se traslada la producción eléctrica nuclear. Año 2020. Porcentaje sobre el total de producción eléctrica**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2. El aumento de potencia en las fuentes de energía renovables.

El trasvase de la producción eléctrica nuclear a otras fuentes de energía, en concreto a los ciclos combinados y a las energías renovables, exige revisar las previsiones de potencia instalada recogidas en el Escenario de prospectiva del Ministerio.

En el caso de los ciclos combinados, la potencia instalada en la península en el año 2015 es de 25.348 MW. Se prevé que se den de baja unos 6.000 MW próximamente. Por tanto, se contaría con unos 19.348 MW para producir los 109.438,7 GWh requeridos en el escenario 2020 sin nucleares (los 85.222 GWh previstos en el Escenario de prospectiva más el 40,6% de la producción nuclear). A partir de las horas de funcionamiento estimadas, se considera que la potencia ya instalada podría asumir el incremento de producción necesario y que no se requerirían inversiones adicionales en esta tecnología.

En el caso de las energías renovables, y dados los incrementos de producción eléctrica asignados a las distintas tecnologías, sí se requerirían aumentos de potencia instalada respecto a los ya previstos para el año 2020 en el Escenario de prospectiva (Tabla 4). Así, se considera que la energía eólica, en un escenario sin nucleares, debería contar con unos 11.312MW adicionales a los ya previstos; la energía fotovoltaica con 4.511MW y la térmica renovable con 257MW. La inversión necesaria para alcanzar estas potencias se estima en unos 17.199 millones de euros (M€ en adelante).

**Tabla 4. Aumento de potencia instalada en energías renovables e inversiones requeridas**

	Potencia (MW)	Coste de la inversión (M€)
Eólica	11.312	12.443
Solar fotovoltaica	4.511	4.060
Térmica renovable	257	695
<b>TOTAL</b>	<b>16.081</b>	<b>17.199</b>

Fuente: MINETUR (2015) y elaboración propia

#### 4.3. El desmantelamiento de las centrales nucleares.

El desmantelamiento nuclear es un hecho necesario e inevitable (European Parliament, 2013). Al final de la vida útil de cualquier planta de producción de energía nuclear, esta necesita ser descontaminada de sustancias radioactivas y desmantelada, de forma que el emplazamiento original pueda reconvertirse a otros usos sin peligro alguno para la salud de la población local y para el medio ambiente.

En el caso español, sólo se han acometido dos proyectos de desmantelamiento correspondientes a las centrales nucleares de Vandellós I (Tarragona) y José Cabrera (Guadalajara). En el primer caso, la central cerró en 1989 como consecuencia de un accidente; se inició una primera fase de desmantelamiento entre los años 1998 y 2003; y, actualmente, la central se encuentra en fase de latencia hasta 2028, año en el que está previsto que se inicie la siguiente fase. El proyecto de desmantelamiento de la central José Cabrera se ha ejecutado ya, según ENRESA, al 70%.

Atendiendo a la situación de las plantas nucleares activas y a su año previsto de cese de explotación, cabe concluir que a lo largo de la próxima década deberán acometerse los procesos de desmantelamiento de los ocho reactores aún activos y que, por tanto, queda pendiente la mayor parte del desmantelamiento nuclear.

El coste del desmantelamiento de las centrales nucleares se ha estimado por ENRESA en unos 4.400 M€ (Tabla 5). Esta cifra incluiría el presupuesto que ya se ha destinado al desmantelamiento parcial realizado en la central de Vandellós I y al proyecto de José Cabrera.

Por tanto, las inversiones a ejecutar en la próxima década para cerrar estos dos proyectos y acometer los nuevos proyectos de desmantelamiento se cifran en unos 4.198 M€.

**Tabla 5. Situación del parque de centrales nucleares en España. Año 2016**

Nombre	Tipo reactor	Potencia (neta) MWe	Año de cese de explotación (real o previsto según final de vida útil)	Desmantelamiento		
				Nivel alcanzado	Presupuesto (M€)	
					Total (previsto)	Ejecutado (a 2015)
Vandellós 1	GCR	480	1990	Fase 2		108
José Cabrera	PWR	160	2006	Fase 2 (70%)	135	109
Garoña	BWR	446	2013	Pendiente inicio		
Almaraz 1	PWR	1049	2019			
Vandellós 2	PWR	1087	2020			
Ascó 1	PWR	1033	2020			
Almaraz 2	PWR	1044	2020			
Cofrentes	BWR	1092	2021			
Ascó 2	PWR	1027	2021			
Trillo-1	PWR	1066	2024			
<b>TOTAL</b>		<b>8484</b>			<b>4.406</b>	

Fuente: IAEA, CSN y ENRESA

#### 4.4. La gestión de los residuos radiactivos.

La actividad de las centrales nucleares hasta el final de su vida útil y su desmantelamiento dará lugar a un importante volumen de residuos radiactivos de baja, media y alta actividad, cuyo tratamiento y gestión requerirá de nuevas inversiones.

En España, el almacenamiento y tratamiento de Residuos Radiactivos de Baja y Media Actividad (RBMA) se realiza en la instalación de El Cabril. Las últimas ampliaciones han otorgado a esta instalación capacidad para cubrir el total de las necesidades de almacenamiento de este tipo de residuos, incluidos los procedentes del desmantelamiento de las centrales nucleares.

Los Residuos Radiactivos de Alta Actividad (RAA), que incluyen tanto el combustible gastado como una parte de los residuos procedentes del desmantelamiento de las centrales, se encuentran actualmente en las piscinas de las centrales nucleares, en los Almacenes Temporales Individualizados (ATI) que se han construido en algunas de ellas y en Francia.

El último informe anual del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN, 2017) señala que, a fecha de diciembre de 2016, la mayor parte del combustible gastado está almacenado en las piscinas, aunque los ATIs ya construidos tienen una capacidad total de 3.081 elementos de combustibles irradiados. Esta capacidad de almacenamiento es aún reducida si se compara con los 19.571 elementos que habrá que gestionar cuando las centrales nucleares hayan acabado su vida útil (VI Plan General de Residuos Radiactivos).

En este trabajo se analizan dos escenarios alternativos en relación con la gestión de los RAA. El primero de ellos contempla la construcción de un Almacén Temporal Centralizado (ATC) en los términos en los que está previsto en la documentación más reciente de ENRESA. El segundo prescinde del ATC y propone, para el almacenamiento de los RAA, la construcción de un sistema descentralizado de ATIs, situados en los emplazamientos actuales de las centrales nucleares.

Atendiendo al PGRR, al final de la vida útil de las centrales, el volumen de RAA que habrá que almacenar de forma definitiva asciende a 11.966 m<sup>3</sup>, de los cuales la mayor parte (10.164 m<sup>3</sup>) son elementos de combustible gastado. Considerando la capacidad de los ATIs que están construidos a fecha de diciembre de 2014 (CSN, 2015), si se optase por el sistema de almacenamiento descentralizado habría que construir nuevos almacenamientos con una capacidad total de unos 10.507 m<sup>3</sup>, lo que equivale a unos 18,5 ATIs tipo, considerando como tal el de Ascó. El término “ATI tipo” es un concepto teórico que se utiliza para aproximar con mayor facilidad el coste. Por tanto, no significa que se propongan ATIs en 18 emplazamientos distintos, sino que estos estarían incluidos en las 6 instalaciones asociadas a cada una de las centrales nucleares que están pendientes de desmantelamiento.

## **5. Impacto económico del desmantelamiento nuclear. Escenarios parciales.**

En este epígrafe se presenta el impacto que, sobre el conjunto de la economía y especialmente sobre el tejido productivo, tendrá el cierre y desmantelamiento paulatino del parque de centrales nucleares en España. Se cuantifican los cambios en la demanda agregada y sus impactos (directo, indirecto e inducido) para las distintas fases en las que se ha descompuesto el conjunto de actuaciones a desarrollar para alcanzar el desmantelamiento nuclear. Estos resultados permiten incorporar a la toma de decisiones variables de carácter económico y social. De hecho, se estiman las variaciones en el empleo y el Valor Añadido Bruto y se identifican las ramas de actividad que en mayor medida se beneficiarán de las inversiones a ejecutar.

En los análisis de impacto se trabaja simultáneamente con dos clasificaciones sectoriales: una de 62 ramas de actividad (R-62) y otra de 30 (R-30). Se presenta la información de las inversiones a la R-62 para ofrecer el mayor detalle posible sobre las actividades económicas que en mayor medida se beneficiarán de las mismas. Los resultados del análisis de impacto se presentan a la R-30, por ser esta la clasificación sectorial de la TIO utilizada.

### **5.1. La sustitución de energía nuclear por otras fuentes.**

El impacto del cambio en la generación de energía, vinculado al desmantelamiento de las centrales nucleares y detallado en el epígrafe previo, se ha modelizado como un escenario en el que se produce una caída en la demanda final en el sector de energías convencionales (de 5.783 M€). Esta caída es el resultado neto de la reducción total de la demanda de energía nuclear y del aumento de la energía producida con gas (ciclos combinados), tal como se señaló en el epígrafe 2.1 del apartado previo. Asimismo, simultáneamente, se producirá un aumento equivalente en la demanda final de las ramas correspondientes a distintas fuentes renovables. En concreto, atendiendo al mix propuesto, se prevé un aumento de 4.312 M€ en la demanda final de energía eólica; de 1.231 M€ en la de Energía solar fotovoltaica; y de 240 M€ en la rama de Energía de la biomasa (Tabla 6).

**Tabla 6. Cambio en la demanda final debido al nuevo mix energético asociado al desmantelamiento nuclear**

	Ramas del marco Input Output (R-30)	Demanda final (M€)
16	Energías convencionales	-5.783,00
17	Eólica	4.311,55
18	Solar fotovoltaica	1.231,13
20	Energía de la biomasa	239,98
	<b>TOTAL</b>	<b>0,0</b>

Fuente: Elaboración propia

El impacto sobre el empleo de dicho escenario se concreta en la pérdida de unos 6.800 empleos a Tiempo Completo Equivalente (TCE). La medición de los empleos a Tiempo Completo Equivalente establece equivalencias para los empleos a jornada parcial y los convierte en empleos a jornada completa. Por ejemplo, dos trabajadores a media jornada (4 horas diarias) se computan como un solo trabajador a TCE).

De estos empleos, en torno a 3.900 serían empleos directos e indirectos -de las centrales nucleares y de sus sectores proveedores-; y el resto son empleos inducidos, es decir, en otros sectores que se verán afectados por la pérdida de empleos directa e indirecta (Tabla 7). Es importante señalar que este resultado es el saldo neto del cambio de "mix energético": recoge tanto la caída de empleo vinculada a la producción de energía eléctrica nuclear como la creación de empleo por la producción de esa misma energía con otras fuentes. Las energías renovables tienen una estructura de costes con menores consumos intermedios que la energía nuclear, ya que su materia prima es gratuita, y esta característica determina que el saldo neto en el empleo sea negativo.

El impacto sobre el Valor añadido neto es positivo y ascendería a 303 M€, de los cuales 203 M€ se corresponden con los efectos directo e indirecto, es decir, se observa en los propios sectores de producción de energía eléctrica y en sus principales proveedores; y los 100 M€ restantes, con el efecto inducido.

**Tabla 7. Impacto económico del cambio en la demanda final debido al nuevo modelo energético asociado al desmantelamiento nuclear**

	Impacto directo e indirecto	Impacto inducido	Impacto total
<b>Variación en la Producción agregada (Millones de €)</b>	-1.198	-559	-1.757
<b>Variación en el Valor Añadido Bruto (Millones de €)</b>	203	100	303
<b>Variación del empleo (Nº de empleos a TCE)</b>	-3.884	-2.924	-6.808

Fuente: Elaboración propia

## 5.2. El aumento de potencia en las fuentes de energía renovables.

Como se señaló en el escenario técnico, el trasvase de producción de energía eléctrica desde las centrales nucleares a fuentes alternativas requerirá un aumento de la potencia instalada en energías renovables, con una inversión asociada de unos 17.200 M€. La distribución sectorial

de estas inversiones (R-62) indica que los sectores más beneficiados serán el de Maquinaria y equipo mecánico (más de 9.500 M€), el de Fabricación de maquinaria y material eléctrico (4.379 M€) y la Construcción (2.076 M€) (Tabla 8).

**Tabla 8. Inversiones requeridas para aumentar la potencia en fuentes renovables y destino de las mismas por ramas de actividad.**

	Ramas del marco Input Output (R-62)	Inversión	
		Millones €	%
30	Fabricación de productos metálicos	320	1,9%
31	Maquinaria y equipo mecánico	9.553	55,5%
33	Fabricación de maquinaria y material eléctrico	4.379	25,5%
40	Construcción	2.076	12,1%
56	Actividades inmobiliarias	248	1,4%
60	Otras actividades empresariales	159	0,9%
67	Administración pública	465	2,7%
	<b>TOTAL</b>	<b>17.199</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Elaboración propia

Las inversiones señaladas generarían un impacto económico total en el VAB de 13.426 M€ (un incremento del 1,4% sobre el VAB del año 2014) (Tabla 9). El impacto directo e indirecto se cifra en 7.125 M€ (un 53,1% del total) y el inducido en 6.301 M€ (46,9%).

El impacto en términos de empleo se concreta en la creación de 209.454 empleos a TCE, que se harían realidad a lo largo del período en el que se ejecuten las inversiones. De estos empleos, unos 103.700 se corresponden con el impacto directo e indirecto de las inversiones y 105.729 con su impacto inducido.

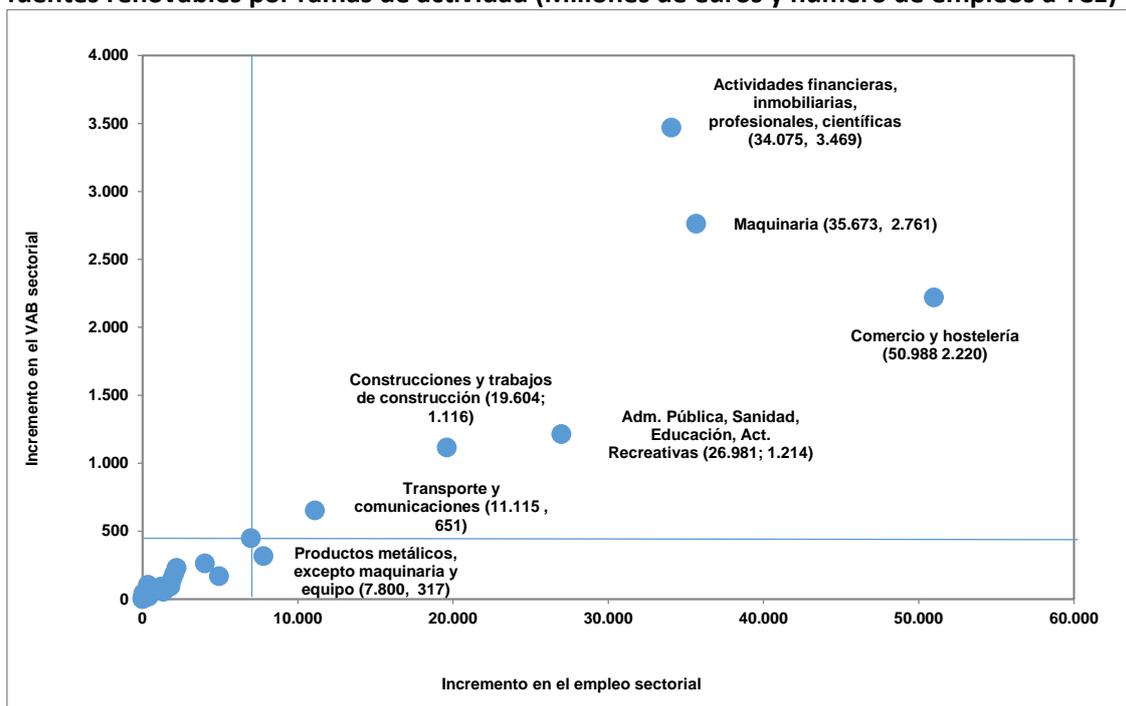
**Tabla 9. Impacto económico de las inversiones necesarias para aumentar la potencia en fuentes renovables**

	Impacto directo e indirecto	Impacto inducido	Impacto total
<b>Variación en la Producción agregada (Millones de €)</b>	27.153	13.161	40.314
<b>Variación en el Valor Añadido Bruto (Millones de €)</b>	7.125	6.301	13.426
<b>Variación del empleo (Nº de empleos a TCE)</b>	103.725	105.729	209.454

Fuente: Elaboración propia

Respecto al impacto en el empleo por sectores, hay siete ramas que concentran la mayor parte del mismo: Comercio y hostelería; Maquinaria; Actividades financieras; inmobiliarias, profesionales y científicas; Administración Pública, Sanidad, Educación, y actividades recreativas; Construcción; Transporte y comunicaciones y Productos metálicos, excepto maquinaria y equipo (Gráfico 2).

**Gráfico 2. Impacto económico de las inversiones necesarias para aumentar la potencia en fuentes renovables por ramas de actividad (Millones de euros y número de empleos a TCE)**



Fuente: Elaboración propia

### 5.3. El desmantelamiento de las centrales nucleares.

Las inversiones requeridas durante la próxima década para cerrar los proyectos de desmantelamiento en curso (centrales nucleares de Vandellós I y José Cabrera) y acometer los nuevos proyectos de desmantelamiento se cifran en unos 4.198 M€.

La distribución de estas inversiones por ramas de actividad condiciona de forma importante el impacto económico de las mismas. Por ello, con objeto de conocer dicha distribución de la forma más precisa posible, se ha realizado una base de datos "ad hoc" a partir de las licitaciones realizadas hasta el momento actual en el desmantelamiento de la central José Cabrera. Dado que dicho proceso se encuentra en una fase bastante avanzada, se considera que la estructura porcentual de sus inversiones por ramas de actividad puede ser bastante representativa del conjunto de proyectos de desmantelamiento pendientes.

Las estimaciones, apoyadas en la base de datos señalada, indican que casi la mitad de la cuantía de las inversiones irá al sector de Otras actividades empresariales (1.926 M€, el 45,9% del total), que aglutina los Servicios profesionales y técnicos (incluidos los Servicios de arquitectura e ingeniería; los ensayos y análisis técnicos, etc.), las Actividades de seguridad y las de Limpieza y jardinería (Tabla 10). La Construcción es la segunda rama más beneficiada por las inversiones (recibirá unos 1.361 M€, el 32,4% del total). Los Servicios de Saneamiento público de mercado, en los que se engloban los servicios especializados de descontaminación, recibirían en torno a 460 M€ y las ramas de Fabricación de productos metálicos; Maquinaria y equipo mecánico y Seguros tendrían también una asignación significativa de unos 123, 103 M€ y 79 M€ respectivamente.

**Tabla 10. Inversiones requeridas en el proceso de desmantelamiento de las centrales nucleares y destino de las mismas por ramas de actividad.**

	Ramas del marco Input Output (R-62)	Inversión	
		Millones €	%
9	Producción y distribución de energía eléctrica	42,89	1,0%
11	Captación, depuración y distribución de agua	5,66	0,1%
23	Industria química	2,97	0,1%
28	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	3,10	0,1%
30	Fabricación de productos metálicos	122,91	2,9%
31	Maquinaria y equipo mecánico	103,44	2,5%
35	Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	8,91	0,2%
40	Construcción	1.360,66	32,4%
54	Seguros y planes de pensiones	79,02	1,9%
56	Actividades inmobiliarias	4,59	0,1%
58	Actividades informáticas	21,97	0,5%
59	Investigación y desarrollo	1,31	0,0%
60	Otras actividades empresariales	1.926,04	45,9%
61	Educación de mercado	2,57	0,1%
62	Sanidad y servicios sociales de mercado	26,54	0,6%
63	Saneamiento público de mercado	459,11	10,9%
67	Administración pública	26,08	0,6%
	<b>TOTAL</b>	<b>4.197,76</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Elaboración propia

El impacto económico de las inversiones se concreta en un incremento del VAB de 5.614 M€ (Tabla 11). De ellos, 3.207 M€ procederían del impacto directo e indirecto y el resto, 2.407 M€ del impacto inducido. En términos de empleo, el impacto total se cifra en 84.840 empleos a TCE (44.453 estarían vinculados al impacto directo e indirecto y 40.387 al inducido).

**Tabla 11. Impacto económico de las inversiones del proceso de desmantelamiento de las centrales nucleares**

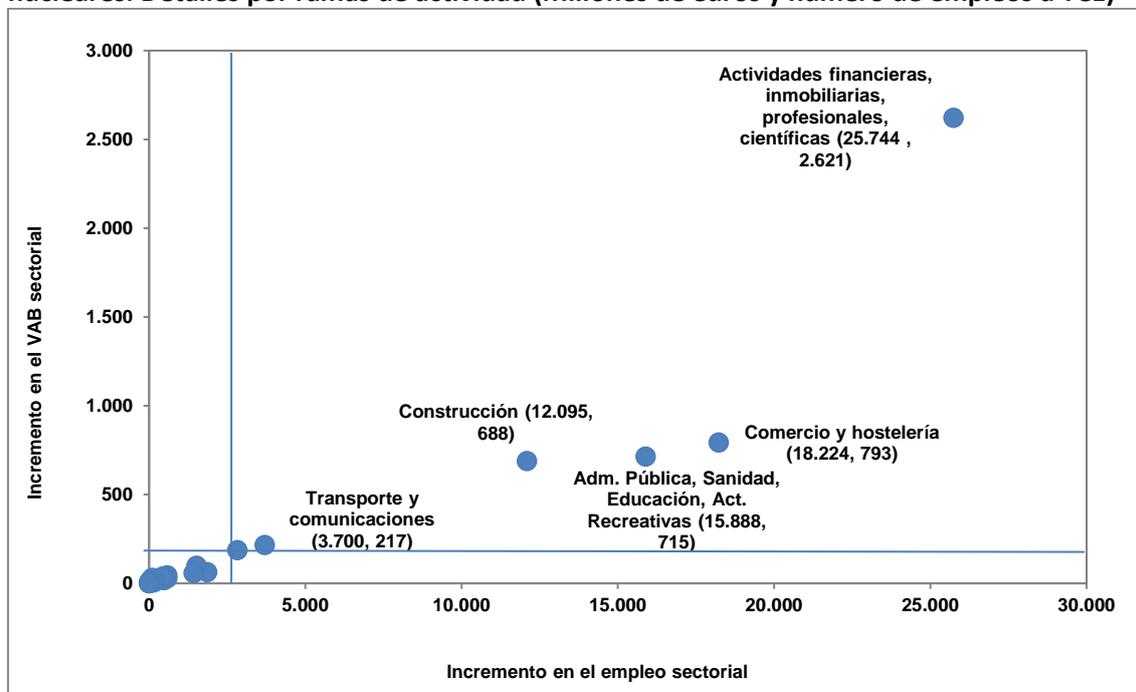
	Impacto directo e indirecto	Impacto inducido	Impacto total
<b>Variación en la Producción agregada (Millones de €)</b>	6.359	5.027	11.386
<b>Variación en el Valor Añadido Bruto (Millones de €)</b>	3.207	2.407	5.614
<b>Variación del empleo (Nº de empleos a TCE)</b>	44.453	40.387	84.840

Fuente: Elaboración propia

Por ramas de actividad (R-30), los Servicios a las empresas, (actividades financieras, inmobiliarias, profesionales y científicas, ...) son el sector con un impacto económico más positivo (25.744 empleos a TCE y un incremento en el VAB de 2.621 M€). Le siguen en

importancia, aunque a bastante distancia en VAB, las ramas de Comercio y hostelería; Administración Pública, Sanidad, Educación; Construcción y Transporte y comunicaciones (Gráfico 3).

**Gráfico 3. Impacto económico de las inversiones en el desmantelamiento de las centrales nucleares. Detalles por ramas de actividad (Millones de euros y número de empleos a TCE)**



Fuente: Elaboración propia

#### 5.4. La gestión de los residuos radiactivos.

Como ya se ha comentado en el escenario técnico, en este artículo se contemplan dos escenarios alternativos en relación con la gestión de los Residuos de Alta Actividad. El primero de ellos incluye la construcción del ATC en los términos publicados por ENRESA. El segundo propone, como alternativa al ATC, un sistema descentralizado de ATIs.

Las estimaciones sobre inversiones requeridas, basadas en la documentación disponible más reciente, indican que, en el primer escenario el montante total, referido tanto a la inversión en infraestructuras como al coste del transporte de los residuos hasta el ATC, se elevaría hasta los 1.232 M€. Por el contrario, completar el sistema actual de ATIs conllevaría una inversión adicional a la ya realizada de unos 370 M€ (Tabla 12).

Respecto a las ramas de actividad que recibirían las inversiones, no hay grandes diferencias entre una y otra opción. Las ramas de Fabricación de productos metálicos, que provee los contenedores para el almacenamiento de los residuos, Fabricación de cemento y Metalurgia recibirían los mayores impactos directos. En el caso de la opción ATC, el Transporte de residuos y las actividades asociadas, tienen también una representación significativa.

**Tabla 12. Inversiones requeridas para el almacenamiento temporal de los Residuos radiactivos de alta actividad en las dos opciones contempladas. Destino de las mismas por ramas de actividad.**

	Ramas del marco Input Output (R-62)	ATC		ATIs	
		Millones €	%	Millones €	%
25	Fabricación de cemento, cal y yeso	188,3	15,3%	93,2	25,2%
29	Metalurgia	219,6	17,8%	50,1	13,6%
30	Fabricación de productos metálicos	297,1	24,1%	169,6	45,8%
33	Fabricación de maquinaria y material eléctrico	21,6	1,8%	4,1	1,1%
35	Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	71,7	5,8%	12,3	3,3%
40	Construcción	53,3	4,3%	16,6	4,5%
47	Transporte terrestre y transporte por tubería	251,9	20,4%	0,0	0,0%
60	Otras actividades empresariales	126,0	10,2%	23,0	6,2%
67	Administración pública	2,6	0,2%	1,0	0,3%
	<b>Total</b>	<b>1232,2</b>	<b>100,0%</b>	<b>369,8</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: ENRESA y elaboración propia

Respecto al impacto económico de una y otra opción, ambos difieren, principalmente, en la magnitud del mismo (Tabla 13). En el caso del ATC, se estima que la creación de empleo directo, indirecto e inducido, alcanzaría los 21.852 empleos a TCE y un incremento del VAB de 1.379 M€. El escenario que recoge la posibilidad de completar el sistema de ATIs actual, el impacto sobre el empleo se cifra en unos 7.000 empleos a TCE y el impacto en el VAB en 425 M€.

**Tabla 13. Impacto económico de las inversiones requeridas para el almacenamiento temporal de los Residuos radiactivos de alta actividad en las dos opciones contempladas**

	Impacto directo e indirecto	Impacto inducido	Impacto total
<b>Opción ATC</b>			
Variación en la Producción agregada (Millones de €)	2.292	1.314	3.606
Variación en el Valor Añadido Bruto (Millones de €)	750	629	1.379
Variación del empleo (Nº de empleos a TCE)	11.296	10.556	21.852
<b>Opción ATIs</b>			
Variación en la Producción agregada (Millones de €)	717	424	1.141
Variación en el Valor Añadido Bruto (Millones de €)	222	203	425
Variación del empleo (Nº de empleos a TCE)	3.548	3.407	6.955

Fuente: Elaboración propia

El impacto total por sectores es muy similar en las dos opciones. En términos de empleo, el 94% del mismo se concentra en las ramas que reciben el impacto directo y en Comercio y hostelería y Alimentación.

## 6. Impacto económico global del desmantelamiento nuclear.

En el epígrafe previo se ha presentado el impacto económico de los distintos bloques en los que se han dividido las actuaciones necesarias para alcanzar el desmantelamiento completo del parque nuclear en España al término de su vida útil. En este, se presenta un análisis global de los mismos.

Sin duda, en términos de inversiones requeridas, el aumento de potencia en las fuentes renovables representa la actuación más importante (el 79% de las inversiones totales en la Opción ATIs y el 76%, en la Opción ATC) (Tabla 14). Le siguen, en cuantía, las inversiones vinculadas al desmantelamiento de las centrales nucleares, que representan, en ambos casos, el 19% de las inversiones totales. Por último, el almacenamiento temporal de los residuos sólo constituye el 5% si opta por el ATC; y el 2% si se elige la opción de completar el sistema de ATIs.

**Tabla 14. Inversiones requeridas para el desmantelamiento de las centrales nucleares. Detalle en las dos opciones contempladas en la gestión temporal de los residuos**

	Opción ATIs		Opción ATC	
	Millones €	%	Millones €	%
Aumento de potencia en energías renovables	17.199	79%	17.199	76%
Desmantelamiento de las centrales nucleares	4.198	19%	4.198	19%
Almacenamiento temporal de los residuos	370	2%	1.232	5%
<b>Total</b>	<b>21.766</b>	<b>100%</b>	<b>22.628</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

El impacto del conjunto de actuaciones a desarrollar se cifraría en unos 300.000 empleos a TCE (aproximadamente 294.500 en el caso de la Opción ATIs y 309.330 en el caso de la Opción ATC) (Tabla 15). La creación de empleo asociada a la instalación de nueva potencia renovable es la de mayor envergadura (209.454 empleos a TCE), seguida del desmantelamiento (84.840 empleos a TCE).

El impacto sobre el VAB se cifra en un aumento próximo a los 20.000 M€ (19.768 en la Opción ATIs y 20.721 en la Opción ATC). Este incremento representa un aumento del PIB, respecto al escenario base, del 2,1% y del 2,2% respectivamente.

El detalle de la creación de empleo indica que los dos sectores más beneficiados son Comercio y hostelería, que aglutina la mayor parte de los impactos inducidos, y las Actividades financieras, profesionales y científicas, que concentran una parte muy significativa del impacto directo de las inversiones. Un segundo grupo de sectores con un impacto también muy significativo en términos de empleo, serían Administración Pública, Sanidad y Educación, Maquinaria y Construcción (Gráfico 4).

**Tabla 15. Impacto de las actuaciones e inversiones requeridas para el desmantelamiento de las centrales nucleares. Detalle en las dos opciones contempladas en la gestión temporal de los residuos.**

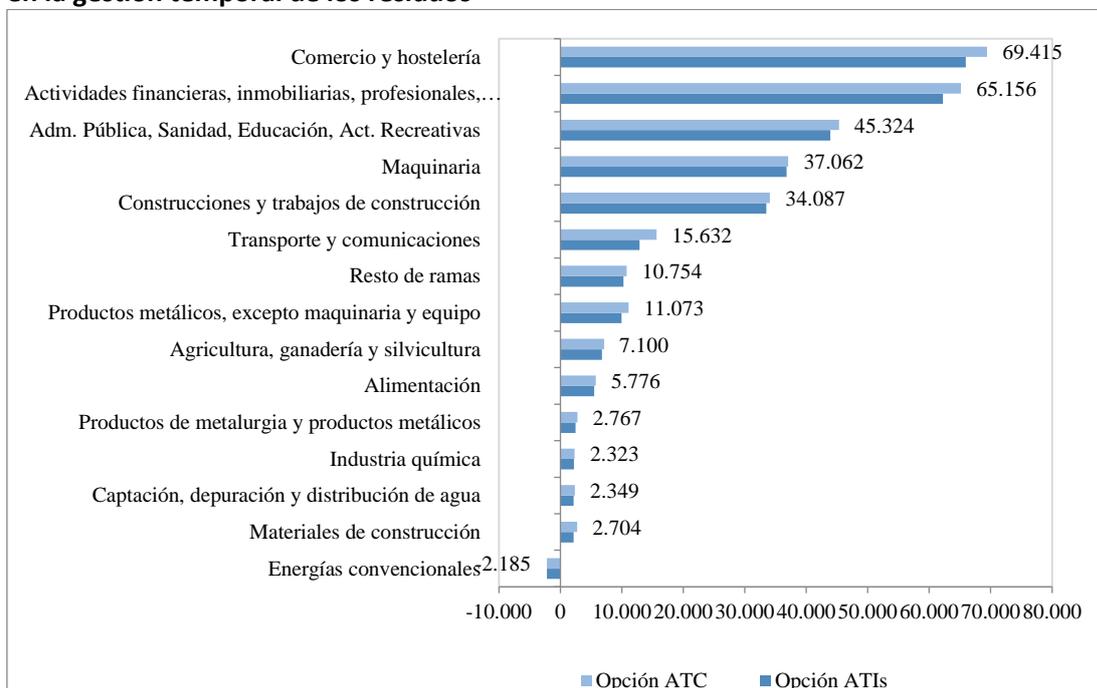
	Trasvase de producción nuclear a otras fuentes	Aumento potencia en energía renovable	Desmantelamiento de las centrales nucleares	Almacenamiento temporal de los residuos		Total	
				Opción ATIs	Opción ATC	Opción ATIs	Opción ATC
<b>Variación del empleo</b> (Nº de empleos a TCE)							
Impactos directo e indirecto	-3.884	103.725	44.453	3.548	11.296	147.841	155.589
Impacto inducido	-2.924	105.729	40.387	3.407	6.955	146.600	150.148
<b>Impacto total</b>	<b>-6.808</b>	<b>209.454</b>	<b>84.840</b>	<b>6.955</b>	<b>21.852</b>	<b>294.441</b>	<b>309.338</b>
<b>Producto Interior Bruto</b> (Millones de €)							
Impactos directo e indirecto	203	7.125	3.207	222	750	10.757	11.284
Impacto inducido	100	6.301	2.407	203	629	9.011	9.437
<b>Impacto total</b>	<b>303</b>	<b>13.426</b>	<b>5.614</b>	<b>425</b>	<b>1.379</b>	<b>19.768</b>	<b>20.721</b>
Incremento en el PIB (%)	0,0%	1,4%	0,6%	0,0%	0,1%	2,1%	2,2%

Fuente: Elaboración propia

Un elemento importante a la hora de valorar el impacto socioeconómico es el tipo de empleo creado, en especial en los que se refiere al nivel de cualificación, y este está muy vinculado a las ramas de actividad que reciben los mayores impactos.

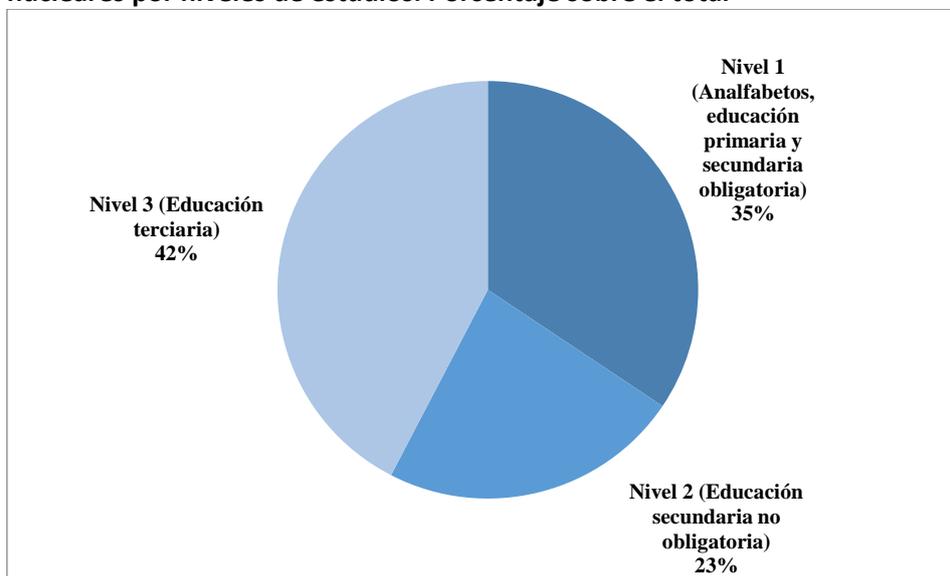
Atendiendo a la demanda de cualificación de los distintos sectores, cabe señalar que el 42% del empleo neto creado por el proceso de desmantelamiento de las centrales nucleares será empleo de alta cualificación (universitario y/o con estudios de postgrado) (Gráfico 5). Este empleo se creará, principalmente, en las ramas de Actividades financieras, inmobiliarias, profesionales y científicas, en Administración Pública, Sanidad y Educación y en la Industria mecánica (Maquinaria y Productos metálicos). Un 35% adicional, tendrá una cualificación media-baja (educación primaria y secundaria obligatoria) y se creará principalmente en las ramas de Comercio y Hostelería y Construcción y trabajos de construcción.

**Gráfico 4. Impacto en el empleo de las inversiones requeridas para el desmantelamiento de las centrales nucleares. Detalle por ramas de actividad (R-30) y por opciones contempladas en la gestión temporal de los residuos**



Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 5. Distribución del empleo neto creado en el desmantelamiento de las centrales nucleares por niveles de estudios. Porcentaje sobre el total**



Fuente: Elaboración propia

Para obtener el impacto fiscal en impuestos netos sobre los productos y otros impuestos netos sobre la producción, así como en las cotizaciones a la Seguridad Social, se ha procedido de la siguiente forma: a partir de la información de la TIO se han calculado los tipos medios efectivos por rama de actividad (tanto por uno de la producción de cada rama que va a cada grupo de

impuestos de interés) y ese valor unitario se ha multiplicado por los incrementos de producción esperados en cada una de las ramas en los dos escenarios contemplados.

$$\Delta Inp = \sum_{i=1}^{30} \Delta Inpi, \text{ siendo } \Delta Inpi = \frac{Inpi}{Yi} * \Delta Yi$$

$$\Delta Oinp = \sum_{i=1}^{30} \Delta Oinpi, \text{ siendo } \Delta Oinpi = \frac{Oinpi}{Yi} * \Delta Yi$$

Los resultados obtenidos se resumen en los puntos siguientes (Tabla 16):

- Los impuestos netos sobre los productos (impuestos sobre los productos que se pagan por cada unidad producida o distribuida de un determinado bien o servicio menos las subvenciones a la explotación) ascendería a 367 M€ en el caso de la Opción ATIs y de 388 M€ en la Opción ATC.
- La recaudación en el grupo de “Otros impuestos netos sobre la producción” (principalmente Impuesto sobre Actividades Económicas e Impuesto sobre Bienes Inmuebles) alcanzaría los 422 M€ en la Opción ATIs y los 439 M€ en la Opción ATC.
- Por último, las recaudaciones estimadas por cotizaciones sociales, que en las dos opciones alternativas alcanzaría los 1.972 y los 2.070 M€ respectivamente.

La recaudación por IRPF no se contempla, ya que dicha información no está incluida en el marco input-output y requeriría de un trabajo específico en el ámbito de la fiscalidad.

**Tabla 16. Impacto fiscal del desmantelamiento nuclear. Detalle en las dos opciones contempladas en la gestión temporal de los residuos (Millones de euros)**

	Opción ATIs	Opción ATC
Impuestos netos sobre los productos	367	388
Otros impuestos netos sobre la producción	422	439
Cotizaciones a la Seguridad Social	1.972	2.070
<b>Total</b>	<b>2.761</b>	<b>2.896</b>

Fuente: Elaboración propia

## 7. Conclusiones.

Atendiendo a las características del parque nuclear español, en un periodo inferior a 10 años, deberá haber cesado la producción en los ocho reactores operativos actualmente por haber llegado estos al final de su vida de diseño. Por tanto, a lo largo de la próxima década, de forma gradual, deberá trasvasarse la producción de energía a otras fuentes e iniciarse los procesos de desmantelamiento correspondientes.

El cálculo del impacto económico del proceso de desmantelamiento nuclear en España se ha apoyado en la construcción de un escenario técnico global, que incluye cuatro escenarios parciales referidos a: el trasvase de la producción de energía eléctrica nuclear a otras fuentes de energía; el incremento adicional de potencia instalada en energías renovables para poder sustituir la producción eléctrica nuclear; la deconstrucción de las centrales nucleares y la restauración de sus emplazamientos y el almacenamiento temporal de los residuos de alta actividad, procedentes tanto de la actividad de las centrales durante su vida útil como del propio proceso de desmantelamiento.

El impacto económico estima que el proceso de desmantelamiento nuclear en España requerirá inversiones por una cuantía aproximada de 22.000 M€ (21.766 si se opta por la

gestión de los residuos en ATIs y 22.628 M€ si se construye el ATC). El aumento de potencia en las fuentes renovables es la actuación más importante en términos financieros, en torno a 17.200 M€ (entre el 75% y el 79% de la inversión total). Le siguen, en cuantía, las inversiones vinculadas al desmantelamiento de las centrales nucleares con unos 4.198 M€ (19% de las inversiones totales) y el almacenamiento temporal de los residuos con una inversión prevista de 370 M€ en la Opción de los ATIs y unos 1.232 M€ en el caso de la Opción del ATC (2% y 5%, respectivamente, de la inversión total).

El impacto económico de las actuaciones e inversiones requeridas para el desmantelamiento nuclear en España se cifra en un aumento del PIB próximo a los 20.000 M€ (19.768 en la Opción ATIs y 20.721 en la Opción ATC), lo que representa un aumento adicional, respecto al escenario base, del 2,1% y del 2,2% respectivamente.

En términos de creación de empleo, el impacto económico se estima en unos 300.000 empleos a TCE (294.500 en el caso de la Opción ATIs y 309.330 en el caso de la Opción ATC). La creación de empleo asociada a la instalación de nueva potencia renovable es la de mayor envergadura (209.454 empleos a TCE), seguida del desmantelamiento (84.840 empleos a TCE).

Respecto al impacto sectorial, los dos sectores más beneficiados por la creación de empleo son Comercio y Hostelería, que aglutina la mayor parte de los impactos inducidos, y las Actividades financieras, profesionales y científicas, que concentran una parte muy significativa del impacto directo de las inversiones. Un segundo grupo de sectores, con un impacto también muy significativo en términos de empleo, serían Administración Pública, Sanidad y Educación; Maquinaria; y Construcción.

En relación con el tipo de empleo creado, en concreto, respecto al nivel de cualificación del mismo, los resultados indican que el 42% del empleo neto creado por el proceso de desmantelamiento de las centrales nucleares será empleo de alta cualificación (universitario y/o con estudios de postgrado). Este empleo se creará principalmente en las ramas de Actividades financieras, inmobiliarias, profesionales y científicas, en Administración Pública, Sanidad y Educación y en la industria mecánica (Maquinaria y Productos metálicos). Un 35% adicional tendrá una cualificación media-baja (educación primaria y secundaria obligatoria) y se localizará principalmente en las ramas de Comercio y Hostelería y Construcción y trabajos de construcción.

Los resultados del impacto fiscal indican que el aumento de la recaudación vinculado al proceso de desmantelamiento nuclear podría aproximarse a los 2.800 M€. En el impacto fiscal se han contemplado los impuestos netos sobre los productos, cuyo aumento se aproximaría a los 370 M€; el grupo de "Otros impuestos netos sobre la producción" (principalmente IAE e IBI), que alcanzaría un incremento de en torno a los 425 M€; y las cotizaciones sociales que aumentarían en unos 2.000 M€.

Partiendo de la base de que existen otros escenarios posibles, en los que se podrían utilizar otras fuentes de energía distintas de las renovables, el presente artículo se decanta por la sustitución por renovables por congruencia con el Acuerdo del Clima de París. Los resultados obtenidos en este artículo ponen de manifiesto que el desmantelamiento nuclear que se va a efectuar a lo largo de la próxima década no sólo tendría un claro impacto en términos ambientales y de seguridad, sino que, además, puede suponer un importante incentivo para la economía española. Con las hipótesis planteadas en el escenario técnico, el cierre de las plantas nucleares aceleraría el tránsito hacia un modelo energético más sostenible, con una

mayor participación de las energías renovables. Todo ello, implicaría un importante volumen de inversiones destinadas a la instalación de nueva potencia que, junto a las actividades propias del desmantelamiento, dinamizarían algunos sectores industriales y de servicios y contribuirían a una importante creación de empleo, tanto de alta como de baja cualificación.

### **Agradecimientos**

La autora A. Cámara agradece el apoyo del proyecto ECO2016-75204-P (AEI/FEDER, UE).

### **Referencias**

Bacharach, M. (1970). *Biproportional Matrices & Input-Output Change*, University of Cambridge Department of Applied Economics Monographs.

Bretschger, L., & Zhang, L. (2017). Nuclear Phase-out Under Stringent Climate Policies: A Dynamic Macroeconomic Analysis. *Energy Journal*, 38(1).

Barcelo Vernet, J. (2003). Social and economic aspects of the decommissioning of nuclear installations. In *Safe Decommissioning for Nuclear Activities (Proc. Int. Conf. Berlin, 2002)*, IAEA, Vienna (pp. 403-410).

Bond, A., Bussell, M., O'Sullivan, P., & Palerm, J. (2003). Environmental impact assessment and the decommissioning of nuclear power plants—a review and suggestion for a best practicable approach. *Environmental Impact Assessment Review*, 23(2), 197-217.

Bond, A., Palerm, J., & Haigh, P. (2004). Public participation in EIA of nuclear power plant decommissioning projects: a case study analysis. *Environmental Impact Assessment Review*, 24(6), 617-641.

Consejo de Seguridad Nuclear (2017). Informe del Consejo de Seguridad Nuclear al Congreso de los Diputados y al Senado, 2016.

ENRESA (2007). Memoria del desmantelamiento 1998-2003, Central Vandellós I.

ENRESA (2015). Memoria del desmantelamiento de la CN José Cabrera 2010-2014.

European Parliament – Directorate General for Internal Policies – Policy Department Budgetary Affairs (2013). *Nuclear Decommissioning: Management of Costs and Risks*.

Fuentes-Saguar, P. D., Vega-Cervera, J. A., & Cardenete, M. A. (2017). Socio-economic impact of a nuclear power plant: Almaraz (Spain). *Applied Economics*, 1-11.

Grangeston (2012). The Socio-economic Impacts of Dounreay Decommissioning. Highlands and Islands Enterprise and Dounreay Site Restoration Ltd.

Greenpeace (2016). El impacto económico del desmantelamiento nuclear en España.

Haller, M. (2014). The socio-economic effects of decommissioning on local communities: A media framing analysis of the experience of Wiscasset, Maine. *Middle States Geographer*, 47, 48-59.

House of Commons – Committee of Public Accounts (2013). Nuclear Decommissioning Authority: Managing Risk at Sellafield, Twenty-Fourth Report of Session 2012-13.

IAEA (2008). Managing the Socioeconomic Impact of the Decommissioning of Nuclear Facilities, Technical Report Series, 464.

IDAE (2011). Evolución tecnológica y prospectiva de costes de las energías renovables. Estudio técnico PER 2011-2020, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

LaGuardia, T. S. (2012). Financing and Economics of Nuclear Facility Decommissioning, capítulo 4 en Michele Laraia (Ed.), *Nuclear Decommissioning: Planning, Execution and International Experience*, Elsevier.

Lahr, M. L., & Dietzenbacher, E. (Eds.). (2001). *Input-output analysis: Frontiers and extensions*. Palgrave.

Llop, M., & Sardà, J. (2005). Impacto económico del desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I. Enresa Publicación técnica 08/2005.

McCullough et al (2013). Economic Analysis of the Columbia Generating Station, Mc Cullough Research.

Miller, R. E., & Blair, P. D. (2009). *Input-output analysis: foundations and extensions*. Cambridge University Press.

MINETUR (2015). Informe de sostenibilidad ambiental de la planificación del Sector eléctrico 2015-2020.

Mullin, J. R. & Kotval, Z (1997). The closing of the Yankee Rowe nuclear power plant: The impact on a New England community. *Journal of the American Planning Association*, 63(4), 454-468.

Red Eléctrica de España (2016). Informe del Sistema Eléctrico Español 2015.

Riener, K. D. (2010). The Local Economic Impacts of Decommissioning the Diablo Canyon Power Plant. California Public Utilities Commission and Pacific Gas and Electric Company.

Robles, L., & Sanjuán, J. (2005). Análisis comparativo de las tablas input-output en el tiempo. *Estadística Española*, 47(158), 143-177.

Seier, M., & Zimmermann, T. (2014). Environmental impacts of decommissioning nuclear power plants: methodical challenges, case study, and implications. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 19(12), 1919-1932.

Wallbridge, S., Banford, A., & Azapagic, A. (2013). Life cycle environmental impacts of decommissioning Magnox nuclear power plants in the UK. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(5), 990-1008.



## Measuring the Job Stress of the Employed Population. The Case of Labor Market in Cali-Colombia

ASTORQUIZA BUSTOS, BILVER ADRIÁN

Department of Economics  
Universidad EAFIT (Colombia)  
E-mail: bastorqu@eafit.edu.co

CASTILLO CAICEDO, MARIBEL

Department of Economics  
Pontificia Universidad Javeriana, Cali (Colombia)  
E-mail: mabelcas@javerianacali.edu.co

GÓMEZ MEJÍA, ALINA

Department of Accounting and Finance  
Pontificia Universidad Javeriana, Cali (Colombia)  
E-mail: aligomez@javerianacali.edu.co

### ABSTRACT

From Survey of Employment and Quality of Life, the hypothesis of job stress is analyzed for individuals who meet the condition of being employed and being between the ages of 16 years old (the age at which is assumed that they have completed median education) and 62 years old (retirement age for men) in Cali-Colombia; resulting a sub-sample of 10,158 observations. As a theoretical foundation, we use a variant of the leisure-consumption model, in which the appearance of stress is based on the imbalance of the equilibrium condition. The results suggest that, in effect, there are signs of job stress in the labor market in Cali. As a complementary activity, we estimated an econometric model to know the profile of the individuals who present a greater probability of being stressed based on three components: sociodemographic, health and labor characteristics of the individual. Thus, working more than 48 hours a week, not having a work premium, reducing a low proportion of income to leisure activities, being a woman, among other factors are associated with a high probability of job stress.

**Keywords:** Labor force; job stress; multinomial models; social choice.

**JEL classification:** J21; J28; C25; J24.

**MSC2010:** 91B40; 91B14; 62G08.

# Midiendo el estrés laboral de la población empleada. El caso del mercado laboral en Cali-Colombia

## RESUMEN

A partir de la encuesta de empleo y calidad de vida, se analiza la hipótesis del estrés laboral para las personas que cumplen la condición de ser empleados y que tienen entre 16 y 40 años (la edad en que se supone que completaron la educación media) y 62 años (edad de jubilación para hombres) en Cali-Colombia; resultando una submuestra de 10.158 observaciones. Como fundamento teórico, utilizamos una variante del modelo de consumo de ocio, en el que la aparición del estrés se basa en el desequilibrio de la condición de equilibrio. Los resultados sugieren que, en efecto, hay signos de estrés laboral en el mercado laboral en Cali. Como actividad complementaria, estimamos un modelo econométrico para conocer el perfil de los individuos que presentan una mayor probabilidad de estar estresados en función de tres componentes: características sociodemográficas, de salud y laborales del individuo. Por lo tanto, trabajar más de 48 horas a la semana, no tener una prima de trabajo, reducir una baja proporción de ingresos a actividades de ocio, ser mujer, entre otros factores, se asocian con una alta probabilidad de estrés laboral.

**Palabras claves:** mano de obra; estrés laboral; modelos multinomiales; elección social.

**Clasificación JEL:** J21; J28; C25; J24.

**MSC2010:** 91B40; 91B14; 62G08.



## 1. Introduction.

The economic contexts in which the participants are immersed in the labor market (employed) directly affect the development of their skills and abilities because, ultimately, being employed means obtaining payment (wage). In theory, this payment should compensate the education level of the agents as well as the decision to not spend time on leisure activities. However, within these contexts, organizational situations have been detected that affect individual performance and that result in conditions that make the individual prone to job stress. This state causes individuals to react positively or negatively to the environment to which they have been exposed (Lazarus & Folkman, 1984). It's clear that one of the production factors of an organization is the work, therefore characterizing individuals who exhibit some degree of job stress is justified because it directly affects their quality of life and the general productivity of organizations, ultimately causing some unintended effect on the economic performance of societies.

Job stress has been defined based on different theoretical perspectives (Väänänen, Murray, & Kuokkanen, 2014), among which the transactional approach has prevailed (Ganster & Rosen, 2013). This approach assumes that stress is the result of a transaction between a person and the situation with which he or she must confront (Lazarus, 2013; Lazarus & Folkman, 1984). Thus, the European Agency for Safety and Health at Work defines job stress as the situation in which workers suggest that: "the demand of time of their work exceed their ability to cope with them. In addition to mental health problems, workers exposed to prolonged job stress may develop physical health problems; this implies negative effects for the organization, including poor business performance, increases in absenteeism, and higher accident rates" (AESST, 2010).

Adopting a traditional approach to job stress implies recognizing that this phenomenon depends on the agents and the work environment. In this manner, the aim of this research is to identify the characteristics of the city labor market that allow us to establish the presence of job stress, and for that the Survey of Employment and Quality of Life for the city of Cali in 2012 is used. In an exploratory analysis of survey, we found that the employed population had a prominent perception of job instability (32%) as well as that the agents destine a low proportion of their household expenditure allocated to recreation and vacations, which in turn means an interest for changing jobs (25.37%).

Among other characteristics that are associated with job stress, we found that i) 16.78% of the agents report that there is incompatibility between their job and family responsibilities; ii) 25.37% of them express the desire to change jobs; iii) 21.83% are dissatisfied with their working hours; iv) 20.81% are dissatisfied with the number of hours that they work per week, with the average being 51 hours per week; v) 34.08% are dissatisfied with the salary that they receive; and, finally, vi) 15% acknowledge having a regular or bad state of health. The findings above suggest that a proportion of the employed population in Cali-Colombia exhibits symptoms such as work overload, inconformity with their salary in proportion to the number of hours worked, and job instability, among other conditions that are directly associated with job stress. In this context, this study focuses on investigating the main social, economic, and demographic factors that characterize the exhibition of signs of job stress by the employed population in the Cali-Colombia labor market.

In this sense, the relationship between stress and the labor market conditions constitutes an incentive that justifies research since this relationship has been little explored in the economic sciences; where the research hypothesis: the Cali-Colombia population employed present job stress, and therefore, it's necessary to classify his intensity. So, this articles is developed in five sections, being this introduction the first one. The second section presents the literature review, and the third analyzes the theoretical

foundation of the leisure-work model. Furthermore, the fourth section presents the methodological approach, in which the econometric specification and the variable definitions is defined, and the fifth section consists of the study's conclusions and recommendations.

## **2. Literature Review.**

The phenomenon of job stress has been conceptually developed in the psychological sphere. Even if the stress concept was developed in other fields, like mechanics of materials (Weibel, Ord, & Rössler, 2005) and Physiology (Selye, 1950, 1998; 1936), the stress concept is one of the most studied topics in different scientific disciplines such as Biology, Sociology, Management science, and Psychology (Lazarus & Folkman, 1984, p. 1). This generalized enthusiasm is motivated not only by "the hope to explain it and therefore control its effects" (Graziani, Pedinielli, Swendsen, & Pedinielli, 2004, p. 7) but also by the ability of this concept to help explain phenomena in which the same causes do not lead to the same effects. In Psychology, in fact, there are different types of stress like family stress (McCubbin & Patterson, 1983); educational stress (Arslan, 2015), le syndrome de stress posttraumatique (Ljubotina & Muslić, 2003), and job stress. It is important to note that we considered that the terms "occupational stress", "job stress" and "work stress" are synonymous.

Inspired on the work of (Selye, 1950, 1998; Selye & others, 1936), (Lipp, 2000) identifies and classifies physical and psychological symptoms according to the three stages of stress: alarm, resistance, and exhaustion. However, the most of theoretical models for job stress are based on symbolic interactionism, a theoretical approach, that is related to pragmatism (Dewey, 2005). The symbolic interactionism supposes that there is an external reality to the individuals (Wicks & Freeman, 1998) that can be known by the experience of each one (Goles & Hirschheim, 2000). This proposition leads to each individual to have his own interpretation and therefore his own understanding of the environment (Bensebaa & Béji-Bécheur, 2007). Thus, based on this current, the theoretical models of work stress argue that each individual interprets their work environment, or its demands, and develops work stress if this lecture indicates that he does not have enough resources to meet the demands of his work. The most known interactional models developed to represent job stress are the role stress theory (Kahn, Wolfe, Quinn, Snoek, & Rosenthal, 1964), the person-environment fit model (Spielberger & Reheiser, 1995), the job demands-control model (Karasek et al., 1998; Karasek Jr, 1979), the effort-reward imbalance model (Siegrist, 1996) and the transactional model (Lazarus & Folkman, 1984).

The links between job stress and the incidence of coronary heart disease, nervous breakdown, poor health, job dissatisfaction, accidents, family problems, certain types of cancer, and poor performance have been demonstrated in many studies (Cooper & Watson, 1991; Frese, 1985; Silva & Barreto, 2012). So there are so many authors who have been interested in how to reduce the job stress, for example Leong, Furnham, & Cooper (1996) studied the effect of commitment on job stress; (Petarli, Zandonade, Salaroli, & Bissoli, 2015) find a positive effect of social support on the reduction of job stress.

The consequences of job stress are expensive (Trentzsch-Joye, 2011) because, in addition to the effects on individuals and organizations, it has considerable costs for society in general (Cholewinski, 2010). Indeed, the costs of medical care and disability due to work stress can be very high, but the true price of this problem is greater than the value of medical costs considered isolated (Kalia, 2002). Despite, the relevance of job stress, its development in the economic sciences has had very limited academic documentation. In research conducted by (Hoel, Sparks, & Cooper, 2001), it is possible to formulate the hypothesis of the negative impact of work stress on certain organizational components with some degree of caution. The authors suggest that although the main measurement problem is associated with

the identification and measurement of the different costs that organizations incur due to job stress, the primary focus lies in the loss of productivity, loss of opportunities, increase in personnel selection costs, and deterioration to the organizational image.

Moreover, the study by (Europeia, 1999) reverses the relationship between the organization and job stress, rethinking it in terms of the benefits that are generated if this phenomenon is recognized as a problem that negatively affects productive structures instead of as the costs associated with experiencing it, as proposed by previous authors. Thus, in light of this recognition, organizations experience benefits associated with increases in productivity and improvements in both corporate image and organizational management results. The above is generated by the adaptation of more efficient processes from the implementation of minor rotations in job positions and from improvements in satisfaction and motivation to perform the assigned task.

Meanwhile, authors such as Atalaya (2001) and Durán (2010) conduct a review of the different factors that may cause job stress. Among these factors are those associated with uncertainty due to difficulties that may be generated during employment as well as environmental and organizational factors within businesses and differences in abilities and personalities among employees. In this approach, job stress is associated with adverse reactions to jobs that demand additional efforts from workers, given their experience and level of training (Cox, 1993). However, the academic contribution of the second author is determined in that she names the different levels of job stress that may occur among employees for different types of occupations and the pressure that employers may exercise with varying health consequences. These levels of stress can be mild, moderate, or high and are ultimately generated according to the time required for the performance of activities and the abilities that each individual possesses.

A study performed by the Colombian Ministry of Social Protection (2004), together with the University of Antioquia, identifies organizational factors that create job stress for employees, compiling these under the term workplace violence. This study analyzes the occurrence of workplace violence, defined as the presence of lewd phenomena toward employees such as workplace harassment, abuse, and bad communication practices by the employer, finding that such regularity is intensified in jobs with low salaries. Consequently, such phenomena develop into job stress and into psychological and physical illnesses (particularly cardiovascular diseases), which can be massively spread according to the type of economic sector to which the employee belongs, highlighting that, although the sectors with greater physical demand such as mining or agriculture have high exposures to job stress, jobs with higher wages also have this characteristic.

The study by (Blanchflower, 2004) is useful for understanding some of the determinants of job stress. Using the data collected for 70 countries (developed and developing), he finds that job stress associated with self-employment is significantly higher than that for salaried workers in the entire sample. Moreover, the determinants of this stress are associated with the acceptance of more responsibilities by self-employed individuals compared to salaried workers because they are constantly coping with the challenges caused by the business environment in their respective countries. This approach leaves open the debate on the proper measurement for the concept of self-employment. However, it presents an argument that deserves to be well investigated in studies on job stress such as this study, given that a certain empirical proximity is calculated for the profile of a worker with higher job stress according to whether the employee is salaried or independent.

Atalaya (2001) demonstrates that one of the major determinants of job stress is associated with job quality. Therefore, how the organizational environment produces job stress is articulated, recognizing a certain degree of multidimensionality. Farné & Vergara (2007) conduct a detailed review of job satisfaction for workers in Colombia to show that jobs in Colombia are considered to be "low quality" insofar as the work conditions are not positively related to the improved economic cycle that Colombia has experienced during the first decade of the 21st century. Factors such as the presence of contracts that establish low salaries for activities that should include a better salary, the absence of conditions that ensure job security, outsourcing, and low welfare in terms of job health, among others, determine the high stress exposure experienced by employees. Therefore, this exposure results in high turnover among jobs, triggering costs associated with training and low productivity as a result of the low motivation to do their jobs that employees have.

Houtman, Jettinghof & Cedillo (2008) present the consequences that job stress causes in developing countries based on a review of occupational health research. These authors suggest that job stress is associated with not only psychological problems but also cardiovascular and other diseases; for this reason, stress directly affects employee health, causing a decline in enterprise economic activity. Nonetheless, the substantial contribution of this study is when social consequences are introduced because they suggest that job stress is accentuated in countries where there are high rates of informality, implying the lack of access to programs and education on job health. This access is more necessary in this sector of the population due to job insecurity and "mentally demanding" workloads.

Combining data from the International Social Survey Programme (ISSP) with household surveys in Spain, Gamero-burón (2010) explores the primary causes of absence from work as a response to stressful situations under the premise that this phenomenon is harmful and toxic for worker health. Thus, different work and psychological loads associated with excess work or with work pressure result in absences from work. To support this claim, the proposed model incorporates sociodemographic characteristics and some questions that investigate the feeling of stress among workers (sometimes, frequently, always). The author finds that the number of hours worked per week, whether the work is part-time, whether the individual lives with a partner, and whether the job is under supervision are some of the stress conditions.

Some of the hypotheses formulated around job stress and its effect on health can be supported by the fact that one of the determinants of job stress is underemployment, which is in turn associated with dissatisfaction with salary, a low number of hours worked, or the level of education (Mora & Ulloa 2011). Thus, the study by (Arango, Escobar, & Monsalve, 2013) becomes a point of reference, finding that, although the labor market conditions in Colombia should improve, a significant proportion of the employed population is satisfied with its employment and, simultaneously, job quality is not as low as Farné & Vergara (2007) claim. Thus, a hypothesis regarding job satisfaction and stress is proposed, with the particularity that job quality is associated with the level of education whereas low job quality is associated with low levels of training and, thus, low wages (Mora & Ulloa 2011).

Regarding the conditions under which stress can be measured, job quality is found. Fedesarrollo (2013) provides a labor market report in Colombia, whose results are consistent with those Farné & Vergara (2007) in that the conditions of informality, low income, and outsourcing in the Colombian labor market are very high. Furthermore, this same study finds that the working conditions for Colombians generate scenarios that enable the appearance of job stress, in accordance with the formulations expressed by Durán (2010) and Mora & Ulloa (2011).

Thus, some international experiences such as those suggested by Lengagne (2014) may represent solutions to this problem that affects organizations. The author presents the results of a job compensation scheme for workers when faced with stress scenarios associated with difficulties at work, job quality, and other factors. Therefore, the author proposes different scenarios in which premiums are paid according to the stress exposure that workers experience. For this reason, analyzing a person's level of exposure to job stress becomes relevant to ensure certain amounts in compensation premiums.

In a study developed by Sultan-Taieb, Chastang, Mansouri, & Niedhammer (2013) on the economic burden of work-related illnesses in France, they find that, in general, between 8.8 and 10.2% of the morbidity of cardiovascular diseases is attributable to job stress. Mortality among men from cardiovascular diseases attributable to job stress is between 9.4 and 11.2%. In addition, mental disorders associated with job stress have a morbidity between 15.2 and 19.8% for men and between 14.3 and 27.1% for women. Thus, these authors estimate the total costs of cardiovascular diseases and mental disorders between 1.8 and 3 billion euros for the year 2003. These costs are composed of medical costs (11%), living costs (13-15%) and sick leave (74-77%).

LaMontagne, Sanderson, & Cocker (2010) in the case of Australia, conclude that the costs of mental illness associated with job stress can be estimated at \$ 84 million Australian dollars. In the United Kingdom, during the year 2016, work stress accounts for 45% of absentee days. Despite the fact that the consequences of job stress for countries can be significant, work at this level remains very limited.

### **3. Theoretical Foundation.**

In common parlance, stress is defined as a tension caused by overwhelming situations that result in psychosomatic reactions or sometimes serious psychological disorders (la Lengua Española, 2001). The everyday use of the term can be attributed to the media coverage of job stress, given that it is currently one of the most important psychosocial risks that employees face. In fact, approximately 20% of European employees recognize that job stress affects their health.

Currently, the most commonly used stress model in the domain of psychology is the *Transactional Model* proposed by Lazarus & Folkman (1984). For these authors, stress is the result of a transaction between a person and a situation to be addressed in a defined environment. Individuals, who have set goals regarding a situation, must foresee the dynamic evolution of this situation to establish a balance between resources and the demands imposed by the situation. When individuals estimate that this balance is not favorable in relation to their objectives, they experience stress. It is important to note that, for these authors, a situation is a configuration of the environment.

Among the environmental or situational conditions that the individual faces, there are the tasks required of workers in the framework of their contractual activity, as well as authority, dependence in terms of resources, and danger, viewed as the possibility of experiencing damage or loss, among others (Lazarus & Folkman, 1984). Therefore, the presumption is that stress will result in physiological reactions, changes in social behavior, somatization, disease, and other consequences (effects) for the individual, as some authors had showed (Conway, Campanini, Sartori, Dotti, & Costa, 2008; Gómez-Ortiz & Moreno, 2009; Radi, Ostry, & LaMontagne, 2007; Strazdins, D'souza, L-Y Lim, Broom, & Rodgers, 2004; Thorsteinsson, Brown, & Richards, 2014).

This allows us to justify the argument that stress is a cognitive process that is specific to each person, who will judge the situation that he or she faces and cope with it according to his or her available

resources. This is evident in the most cited definition of job stress. Indeed, the state of job stress is triggered when there is an imbalance between the perception that individuals have of the restrictions imposed on their environment and the perception of their own resources to address these restrictions. Thus, this evaluation process is psychological; the effects of stress are not only physiological because stress also affects the physical health, well-being, and productivity of the person suffering from it (AESST, 2010).

That said, the previously presented etymological basis of stress allows us to develop a proposal for a conceptual articulation of the term in the field of labor economics. The agent's choice concerning the time allocated to performing work activities and those of everyday life is clearly supported by analytical reviews of the basic work model (Leisure-Consumption). Given that these are mutually exclusive factors, the imbalance of the first-order conditions of the model suggests the occurrence of job stress. To test the formulation, this research takes note of the mathematical development presented by (Wickens, 2011, pp. 33–35).

The basic extension of the model begins with the choice that economic agents make regarding the time spent on activities of leisure ( $O_t$ ), providing utility indirectly to the individual, and work ( $n_t$ ), whose utility is direct in the sense that the payment for productivity (wages) is immediately reflected in the ability to acquire consumer goods. However, the natural restriction of time is set as one of the most important conditions in the model development. The literature practically suggests that it is normalized to one, as follows:

$$o_t + n_t = 1 \quad [1]$$

The instantaneous utility that leisure and work produce for agents meets the classic conditions of a utility function, i.e., provided that agents spend more time performing work activities (leisure), their instantaneous utility increases but not indefinitely because, by reaching a saturation point, the utility is less each time and, therefore, decreases:

$$U(c_{t+s}, o_{t+s}) \rightarrow U_c > 0; U_o > 0 \quad \text{and} \quad U_{cc} \leq 0; U_{oo} \leq 0 \quad [2]$$

To construct the model solution, it is necessary to introduce a second restriction that the agent faces. Assuming that work is one of the production factors employed by the economy (business) and considering that the production function is neoclassical without the introduction of technology to not address the component of efficient work and technological shocks, this restriction is conditioned by the production factors, i.e., capital ( $k_t$ ) and work ( $n_t$ ), in the following equation:

$$F(k_t, n_t) = c_t + k_{t+1} - (1 - \delta)k_t \quad [3]$$

Equation 3 establishes the relationship between the productivity of the economy, the agent level of consumption, and the available capital stock during the following period, considering the capital depreciation rate, which represents the natural wear of use and replacement. Thus, using the three previous equations, the development of the model implies the incorporation of the Lagrange method for dynamic optimization (intertemporal), whose first-order conditions are key to establishing the theoretical foundation on which this research is based: job stress arises when the condition of equality between the marginal utility of leisure and consumption is not met, weighted by the marginal productivity of work.

$$\ell = \sum_{s=0}^{\infty} \beta^s \left\{ U(c_{t+s}, o_{t+s}) + \lambda_t \left[ F(k_{t+s}, n_{t+s}) - c_{t+s} - k_{t+s-1} + (1-\delta)k_{t+s} \right] + \mu_{t+s} [1 - \eta_{t+s} - o_{t+s}] \right\} \quad [4]$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ell}{\partial \eta_{t+s}} = 0 &\rightarrow \lambda_{t+s} [F_{n,t+s}] - \mu_{t+s} = 0 \quad \text{with } s \geq 0 & \frac{\partial \ell}{\partial o_{t+s}} = 0 &\rightarrow \beta^s U_{o,t+s} - \mu_{t+s} = 0 \quad \text{with } s \geq 0 \\ \frac{\partial \ell}{\partial c_{t+s}} = 0 &\rightarrow \beta^s U_{c,t+s} - \lambda_{t+s} = 0 \quad \text{with } s \geq 0 & \frac{\partial \ell}{\partial k_{t+s}} = 0 &\rightarrow \lambda_{t+s} [F_{k,t+s} + 1 - \delta] - \lambda_{t+s-1} = 0 \quad \text{with } s \geq 0 \end{aligned}$$

The model solution emerges by combining the first-order condition of work ( $\eta_{t+s}$ ), leisure ( $O_{t+s}$ ), and consumption ( $C_{t+s}$ ). By performing the required algebraic procedures, equality is obtained between the marginal utility of leisure and consumption, weighted by the marginal productivity of work, commonly referred to as a salary:

$$\left\{ \begin{array}{l} \beta^s U_{o,t+s} = \beta^s U_{c,t+s} [F_{n,t+s}] \\ U_{o,t+s} = U_{c,t+s} [F_{n,t+s}] \end{array} \right\} \quad [5]$$

It is possible to detect the occurrence of job stress from the result of Equation 5. In this study, by holding that, if the agent allocates a greater number of hours to work activities (job) than to the rest of their everyday activities (leisure), salary increases but not indefinitely and that it will always do so at a lower rate so that it will reach a peak (saturation), this result leads to a reduction in the marginal utility of consumption; therefore, the tradeoff between work and leisure is not offset by an increase in wages.

Accordingly, when faced with a reduction in the time available for other enjoyable activities, agents experience a welfare loss, if allocating more time to work does not indicate a salary that is equal to their effort. This makes individuals more likely to interact in contractual environments that will inevitably affect their physical and mental health. Thus, the individuals' rational choice should be to allocate slightly more time to recreational activities (leisure), expressed mathematically as follows:

$$[F_{n,t+s}] \leq \frac{U_{o,t+s}}{U_{c,t+s}} \quad [6]$$

When this theoretical assumption is fulfilled, the model closure is given by solving the Euler equation as a result of the fourth condition of the first order of the optimization process. This contributes to explaining why job stress negatively affects economy productivity (enterprise). Nonetheless, the scope of this research is aimed at analyzing job stress conditions and not their effects on productivity, leaving open the possibility for developing further research.

#### 4. Methodological Approach.

##### A. Source of the data and variable definitions

The database used in this research corresponds to the Survey of Employment and Quality of Life<sup>1</sup> (EECV – Spanish acronym) conducted by the Colombian Ministry of Labor and the Municipality of Santiago de Cali for the period of November 2012 to January 2013. The justification of its use lies in the methodological clarity in being able to divide the employed population in the city of Cali-Colombia, even considering ethnographic conditions that are rarely investigated in labor market research. In short, the EECV possesses 30,458 observations representing 2,290,268 individuals; however, the study population is defined as the individuals who meet the condition of being employed, with ages between 16 (the age at which it is presumed that they have completed secondary studies) and 62 (the age of retirement for men), creating a sub-sample of 10,158 observations representing 865,713 citizens. However, in the construction of the dependent variable, the number of effective observations used in the econometric estimation is reduced to 9,469; showing homogeneity in the characterization of the individual by age and sex, given that their sample sizes are not dissimilar as the percent of women is 42.78% and men is 57.22% (see annex 1). The representativeness final is 818,836 citizens.

The dependent variable corresponding to the Job Stress Index (JSI) was constructed taking Principal Component Analysis (PCA) into account from the consideration of the following eight variables that are categorically associated with job quality and perception: satisfaction with the current job, with the number of hours worked per week, with job knowledge, with wages, with benefits, with working days, and the consideration of work security and compatibility with the allocation of responsibilities. The functional form of the variables is presented in table 1.

To demonstrate the feasibility of scaling a score between 0 and 100 from the abovementioned variables, the significance of the correlation matrix was assessed, finding a correlation above 1% between the variables. Meanwhile, the factor extraction process and the calculation of the principal components began. The JSI was constructed with these, and finally, the index was divided into four categories, considering quartiles, a non-central position of measurement: very high job stress, high job stress, medium job stress, and low job stress (see table 2).

Three components were specified as explanatory variables. The first was called job characteristics, in which variables such as hours worked per week, income derived from economic activity (logarithms), potential experience, potential experience squared, whether the individual is salaried, whether overtime was worked, whether overtime was compensated, whether bonuses were received, whether premiums were received, whether the need to change jobs was contemplated, and the proportion of revenue allocated to leisure activities and vacations were assessed. Therefore, the hypotheses of job stress developed in this study are tested from the results of this component.

The second component is called health and is formed by the state of health variables: whether the individual has health problems or any chronic diseases. The third component allows us to characterize the individual; variables are introduced such as sex, whether the individual is the head of the household, marital status, academic degree, whether the individual belongs to an ethnic minority identified in the city, the commune of residence, socioeconomic level, and birth cohort. These last two components are

---

<sup>1</sup> In particular, the survey allows analyzing demographic characteristics of the population, their health, housing and migration conditions and identifying the particularities of the work dynamics in each of the 22 communes of Cali and the rural area of the city. Additionally, the survey deals with labor issues that are not usually present in traditional surveys, such as the working conditions of those who work for the provision of services and informally. This database and more details about its construction methodology can be found in the following link <http://planeacion.cali.gov.co/amda/index.php/catalog/1>.

treated as control variables; the definitions and coding of the variables are reported in table 3, whereas the main statistics are found in table 4.

## B. Econometric model specification

The ordered multinomial logistic models are based on the theory of the economic agent's utility, in which it is assumed that a rational agent will choose the alternative that provides the greatest utility (Astorquiza, 2015). Thus, by having a set of characteristics associated with job stress as determinants, it is possible to quantify the probability of remaining in one of the four categories established for the index. Now, considering that the dependent variable has a polynomial structure of the form  $Y = \{1,2,3,4\}$ , with probabilities of occurrence equal to  $p_1=p(Y=1)$ ,  $p_2=p(Y=2)$ ,  $p_3= p(Y=3)$ ,  $p(Y=4) =1-p_1-p_2-p_3$ , and taking the index of very high job stress as a category of reference, the specification to be estimated is the following:

$$\ln\left(\frac{P_j}{P_1}\right) = \beta_{0j} + \sum_{i=1}^{23} \beta_{ij} \quad \text{with } j=2,3,4 \quad [7]$$

The multinomial logistic model assumption supposes that the functional distribution is also logistic. However, its foundation depends on the fulfillment of the assumption of Independence of Irrelevant Alternatives (IIA) because it should support that, if one of the dependent variable categories is eliminated, the estimated coefficients are not altered. For example, if there are only the occupational categories of very high, high, and medium job stress (excluding low stress), then substantial variations should not be obtained in the estimates reported with the three alternatives. To contrast this assumption, the test by Small & Hsiao (1985) is used, in which, in the event of rejecting the null hypothesis, i.e., *there are no differences between the estimated coefficients between the dependent variable categories*, it is concluded that the model adopts a normal distribution and, therefore, the multinomial probability model should be estimated, which does not require the IIA assumption. According to the results presented in table 5, which is based on the creation of random samples that allow us to reject or support the null hypothesis, it is verified that the coefficients do not vary when one of the job stress index categories is eliminated. This finding ensures the fulfillment of the assumption (IIA) and the validity of the reported coefficients.

## C. Econometric estimation results

The econometric inference suggests the existence of job stress in the labor market in the metropolitan area of Santiago de Cali. In principle, the assessment is supported because the probability of presenting a very high, high, and moderate JSI, which is conditioned by a set of preset characteristics (explanatory variables), is 40.32%, 13.15%, and 31%, respectively. In light of this result, the statistical review of the variables in the three defined components is presented in table 6, considering that its econometric form conforms to the classic marginal effects of an ordered multinomial logit regression model. Therefore, its correct interpretation is made by multiplying the coefficient by 100 to obtain changes in percentage points.

The job characteristics component provides evidence that supports the occurrence of job stress, considering the articulation of the basic leisure-consumption work model. The results suggest that working more than the number of hours defined by Colombian Law as a workday may lead to a work overload whose solution does not always increase the agent's salary because it leads to a welfare loss at some point.

In short, by observing the coefficients reported in the working hours variable, it is found that working exactly 48 hours reduces the probability of presenting a very high JSI by 11.4 percentage points compared to those who work less than 48 hours. Furthermore, working more than 48 hours a week increases the probability by 2.04 percentage points. The above suggests that the ideal time to perform work activities would be approximately 48 hours per week if the strategy pointed to decreasing the stress of the employed population. In addition, this number of hours is accepted given the social construct established by the Colombian Legislation of Maximum Ordinary Working Hours in article 161 of the Substantive Labor Code. Thus, any imbalance of these hours, either above or below, cements the conditions for the emergence of stress.

The results for the income variable (in logarithms) show that, although the increase in this variable reduces the probability of a very high JSI by 0.356 percentage points, the sensitivity of the indicator is almost zero. Thus, one implication derived from a salary increase as a response to better compensation for time allocated to work would mean an imminent decline in the utility of consumption. Therefore, spending more time on work activities, even at the expense of an increase in salary, is ultimately not a rational action because, in the medium term or the long term, it will undoubtedly cause a welfare loss.

The salaried employed population consists of those who have a clearly established contractual relationship. This has the establishment of both the time of the contract (fixed or indefinite) and the compensation for the contracted service as a common denominator. This precision implies greater job security and a stream of steady income that, altogether, are associated with a reduction of 14.9 percentage points in the probability of having a very high JSI compared to those who are not salaried, i.e., those who work on their own or are independent.

Now, on the basis that those who are not salaried are more likely to have a greater JSI, we investigated the provision of hours outside of those agreed to contractually and that should generally be paid. Thus, by analyzing the coefficients of the overtime variable, it was found that the probability of having a very high JSI for agents who work overtime and those who do not decreases by 20.1 and 22.5 percentage points, respectively. The reason for these results is that, for the individual, having a work contract directly involves performing work activities that may be outside of the regular schedule and, similarly, there is the possibility that these are compensated whereas, for the population that does not work overtime, this corresponds to the premise of working exactly 48 hours a week.

In this study, it is recognized that it is not possible to ensure that working overtime directly implies adequate compensation. Moreover, the strategy for appropriately addressing this question should be the implementation of a qualitative analysis, which is outside the scope of the study. However, by exploring the coefficients obtained for those who worked overtime and who were compensated, a reduction of 4.55 percentage points in the probability of having a high JSI is demonstrated.

Workers' compensations as a result of good results in fulfilling their responsibilities (bonuses) and by being part of the legal agreements in labor formalization (premiums) show two somewhat interesting results. The first argues for the lack of significance of bonuses because no difference was noted between receiving them or not in any category. The second result indicates that, for the employed population that did not receive a premium, the probability of having a very high JSI increases by 25.3 percentage points compared to those who received a premium.

Moreover, the feeling of well-being within the work environment, without specifying its cause and that leads to not considering the alternative of changing jobs, is associated with a reduction in the probability

of having a very high JSI of 51.2 percentage points. This result becomes the coefficient with the greatest magnitude in the study and denotes the importance of incorporating alternatives that create this feeling of well-being within jobs, opening an entire field of action for the elaboration of academic studies that allow us to understand the factors that cause the economic agent to decide to continue with a job.

As a closure of this component, the effect that the allocation of labor income to enjoyable activities (recreation and vacation) has on the JSI was assessed, showing a decrease in the probability of finding a very high level of job stress. In short, it was found that spending an average or above average proportion of salary on recreation leads to a reduction in job stress by 8.71 percentage points for the very high category and 4.56 percentage points for the high category. Moreover, spending a proportion of salary on vacations has two effects. The first points to a reduction in the probability of having a very high JSI by 6.91 percentage points when the expenditure is average or above average; regarding the second, the probability of having a low JSI increases by 5.45 and 3.52 percentage points, respectively.

In the health component, it is found that the probability of having a very high JSI is substantially reduced for those who reported having a health status different from poor condition because the range is between 15.7 and 23.3 percentage points, depending on whether the agent reports having a regular, good, or very good state of health. In addition to these results, an effect is also found that going to health providers has when the individual has a chronic disease on the probability of presenting a low JSI (the probability decreases by 2.39 percentage points). Meanwhile, this probability increases by 10.3 percentage points for those who have a chronic disease and do not consult a doctor. Finally, the results are somewhat dissimilar for those who do not have health problems because the probability of having a very high JSI is reduced by 6.35 percentage points. However, the probability of having a medium JSI increases by 7.20 points.

The sociodemographic component allows us to characterize the economic agent with the highest of a very high JSI; this is where its relevance in the study lies. Initially, it was found that any type of education level above basic education or no education is associated with lower levels of job stress. The results indicate that as the level of schooling passes from secondary school to technical, technological, or university, the probability of presenting job stress decreases and, apparently, a consistent pattern is followed.

However, when the review is conducted by postgraduate level of education (specialization, master's, and PhD), although the first level of education reports a reduction in the probability of having job stress, the magnitude decreases compared to its predecessors. Moreover, for the last two highest academic qualifications, the probability of having a low JSI only increases for agents who have a master's degree. This finding leads us to consider that higher academic levels will carry greater responsibilities and, therefore, it is justified that there is always a level of stress; the issue determines an individual's tolerance.

In terms of the ethnographic variable, although it is observed that belonging to an ethnic minority in the city of Santiago de Cali increases the probability of having a high and a low JSI, its effects are of low magnitude (approximately 2 percentage points). On the other hand, as a strategy of characterizing the agents' power of acquisition, the stratum variable was introduced, with which it is demonstrated that the probability of having a very high JSI for the employed population belonging to the high strata decreases by 18.7 percentage points. Meanwhile, the probability for the medium strata is reduced by 9.89 points; both population segments are compared to the low strata. Finally, it is found that neither birth cohort nor individual experience affects this indicator, whereas being male reduces the probability

of having a JSI by 3.44 percentage points compared to females. Furthermore, being single increases the probability of having a very high JSI by 3.49 percentage points compared to married individuals.

## **5. Conclusions and Recommendations.**

In general, job stress is a psychological phenomenon that affects health and, therefore, the performance of economic agents. Thus, by incorporating this concept into the field of labor economics, a new academic branch is formed that well deserves to be explored in greater depth, not only making use of quantitative analysis, as in this study, but also aiming for supplementary qualitative studies. Therefore, a better understanding of the effects that job stress causes for the employed population will be obtained.

Given that job stress is determined by various factors that are not only situational but also personal, it is possible to conceive that certain levels of job stress may lead to increases in individual productivity and that increases in the levels of stress may be detrimental to health and productivity. However, the main objective of this study lies in focusing on the analysis of very high job stress because it certainly leads to behaviors that endanger employee health and social relationships. For this reason, the interpretation of the ordered multinomial model, once its correct estimation is validated, is made considering the marginal effects of the category of reference.

The flexibilization from the new assumptions in the basic theoretical model of labor market leisure-consumption allows the articulation of the etymology of the term “job stress” and its possible appearance in the labor market. With the analytical development of the model, it is established that the greater the time allocated to work activities, the lower the utility that is derived from consumption will be, insofar as wage remuneration will not compensate for the additional time allocated to daily activities (leisure). Thus, finding significance for the variables of the work component such as working hours, overtime, compensation for overtime, receiving bonuses and premiums, and expenses allocated to leisure and, to a lesser extent, to vacations, it is possible to suggest the importance of continuing with a labor regulatory framework that promotes work not only according to salary but also oriented toward maintaining a number of predetermined hours and additional time for the execution of supplementary activities.

A very interesting result is that as labor income increases, although the probability of having a very high JSI decreases, its magnitude is very close to zero. Therefore, it is recognized that even when payment is fair for this productive factor, it does not compensate for the level of utility and, thus, there is no statistical evidence supporting that job stress substantially changes with higher or lower employee earnings.

The main limitation of this research lies in the construction of the dependent variable that seeks to quantify the job stress of the population occupied in the city of Cali-Colombia. This limitation is not due to the construction methodology proposed for the index, but due to the absence of quantitative variables of medical and psychological nature that possibly enrich the robustness of the proposed indicator. In this sense, it is a precedent that could be approached in future investigations; for the literature broadly supports the association between stress and the two mentioned factors. Finally, this research should not be seen as a purely predictive model of job stress but as a model that, conditioned to the set of factors introduced in the analysis, lead to establish probabilities of its appearance; which of course is still determined by multiple factors that as economic science deepens on this field, will be documented in greater detail.

## Bibliographic References

Arango, L. E., Escobar, D. C., & Monsalve, E. M. (2013). Subempleo por ingresos y funcionamiento del mercado de trabajo en Colombia. *Desarrollo Y Sociedad*, (72).

Arslan, S. (2015). Social Emotional learning and educational stress: A predictive model. *Educational Research and Reviews*, 10(2), 184–190.

Astorquiza, B. (2015). Co-exist the phenomena of wage discrimination and occupational segmentation against ethnicracial minorities residents in Santiago de Cali? *Revista de Economía Del Caribe*, (15).

Atalaya, M. (2001). El estrés laboral y su influencia en el trabajo. *Industrial Data*, 4(2), 25–36.

Bensebaa, F., & Béji-Bécheur, A. (2007). Pragmatisme et responsabilité sociale de l'entreprise. *Revue Française de Gestion*, (11), 177–198.

Blanchflower, D. G. (2004). *Self-employment: More may not be better*.

Blaser Petarli, G., Zandonade, E., Bresciani Salaroli, L., & Souza Bissoli, N. (2015). Estresse ocupacional e fatores associados em trabalhadores bancários, Vitória-ES, Brasil. *Revista Ciência & Saúde Coletiva*, 20(12).

Cholewinski, R. (2010). Labour migration management and the rights of migrant workers. *Human Security and Non-Citizens: Law, Policy and International Affairs*, 273–313. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511808371.009>

Conway, P. M., Campanini, P., Sartori, S., Dotti, R., & Costa, G. (2008). Main and interactive effects of shiftwork, age and work stress on health in an Italian sample of healthcare workers. *Applied Ergonomics*, 39(5), 630–639.

Cooper, C. L., & Watson, M. (1991). *Cancer and stress: psychological, biological, and coping studies*. J. Wiley.

Cooper, C. L., & Cartwright, S. (1994). Healthy Mind; Healthy Organization— A Proactive Approach to Occupational Stress. *Human Relations*, 47(4), 455-471. Obtenido de <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/001872679404700405>

Cooper, C., & Payne, R. (1991). *Cancer and stress: psychological, biological and coping studies*. Chichester & New York: John Wiley & Sons.

Cooper, C; Liukkonen, L & Cartwright, S. (1996) Stress Prevention in the workplace: Assessing the costs and benefits to organizations. Chap 3, pp. 71-85. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions.

Cox, T. (1993). *Stress research and stress management: Putting theory to work* (Vol. 61). HSE Books Sudbury.

Dewey, J. (2005). La réalité comme expérience. *Tracés. Revue de Sciences Humaines*, (9), 83–91.

Durán, M. M. (2010). Bienestar psicológico: el estrés y la calidad de vida en el contexto laboral. *Revista Nacional de Administración*, 1(1), 71–84.

Europeia, C. (1999). Guía sobre el estrés relacionado con el trabajo. ¿La sal de la vida o el beso de la muerte. *Luxemburgo, Publicaciones Oficiales de Las Comunidades Europeas*.

Farné, S., & Vergara, C. A. (2007). *Calidad del empleo: ¿qué tan satisfechos están los colombianos con su trabajo?*

Fedesarrollo (2013) *La Calidad del Empleo en Colombia*. Informe Mensual del Mercado Laboral, Bogotá.

Frese, M. (1985). Stress at work and psychosomatic complaints: a causal interpretation. *Journal of Applied Psychology*, 70(2), 314.

Gamero-burón, C. (2010). Evaluación del coste por pérdida de jornadas laborales asociado al estrés laboral : propuesta para España \*, 9.

Ganster, D. C., & Rosen, C. C. (2013). Work stress and employee health: A multidisciplinary review. *Journal of Management*, 39(5), 1085–1122.

Goles, T., & Hirschheim, R. (2000). The paradigm is dead, the paradigm is dead... long live the paradigm: the legacy of Burrell and Morgan. *Omega*, 28(3), 249–268.

Gómez-Ortiz, V., & Moreno, L. (2009). Factores psicosociales del trabajo (demanda-control y desbalance esfuerzo-recompensa), salud mental y tensión arterial: un estudio con maestros escolares en Bogotá, Colombia. *Universitas Psychologica*, 9(2), 393–407.

Graziani, P., Pedinielli, J.-L., Swendsen, J. D., & Pedinielli, J.-L. (2004). *Le stress: émotions et stratégies d'adaptation*. Armand Colin.

Hoel, H., Sparks, K., & Cooper, C. L. (2001). The cost of violence/stress at work and the benefits of a violence/stress-free working environment. *Geneva: International Labour Organization*, 81.

Houtman, I., Jettinghof, K., & Cedillo, L. (2008). Sensibilizando sobre el estrés laboral en los países en desarrollo: un riesgo moderno en un ambiente tradicional de trabajo: consejos para empleadores y representantes de los trabajadores.

Kahn, R. L., Wolfe, D. M., Quinn, R. P., Snoek, J. D., & Rosenthal, R. A. (1964). Organizational stress: Studies in role conflict and ambiguity.

Kalia, M. (2002). Assessing the economic impact of stress [mdash] The modern day hidden epidemic. *Metabolism*, 51(6), 49–53.

Karasek, R., Brisson, C., Kawakami, N., Houtman, I., Bongers, P., & Amick, B. (1998). The Job Content Questionnaire (JCQ): an instrument for internationally comparative assessments of psychosocial job characteristics. *Journal of Occupational Health Psychology*, 3(4), 322.

Karasek Jr, R. A. (1979). Job demands, job decision latitude, and mental strain: Implications for job

redesign. *Administrative Science Quarterly*, 285–308.

la Lengua Española, D. (2001). Real academia espa{ñ}ola. *Vig{é}sima*, 1.

LaMontagne, A. D., Sanderson, K., & Cocker, F. (2010). *Estimating the economic benefits of eliminating job strain as a risk factor for depression*. VicHealth.

Lazarus, R. S. (2013). *Fifty years of the research and theory of RS Lazarus: An analysis of historical and perennial issues*. Psychology Press.

Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). Coping and adaptation. *The Handbook of Behavioral Medicine*, 282–325.

Lengagne, P. (2014). Workers compensation insurance: Incentive effects of experience rating on work-related health and safety. In *Irdes Working Paper 64*.

Leong, C. S., Furnham, A., & Cooper, C. L. (1996). The moderating effect of organizational commitment on the occupational stress outcome relationship. *Human Relations*, 49(10), 1345–1363.

Lipp, M. E. N. (2000). Manual do inventário de sintomas de stress para adultos de Lipp (ISSL). *São Paulo: Casa Do Psicólogo*, 76.

Ljubotina, D., & Muslić, L. (2003). Convergent validity of four instruments for measuring posttraumatic stress disorder. *Review of Psychology*, 10(1), 11–22.

McLean, A. A. (1980). *Work stress*. Reading, MA: Addison-Wesley.

Ministerio de Protección Social (2004). *Formas y consecuencias de la violencia en el trabajo Colombia 2004*. Medellín.

McCubbin, H. I., & Patterson, J. M. (1983). The family stress process: The double ABCX model of adjustment and adaptation. *Marriage & Family Review*, 6(1–2), 7–37.

Mora, J. J., & Ulloa, M. P. (2011). *El efecto de la educación sobre la calidad del empleo en Colombia*.

Radi, S., Ostry, A., & LaMontagne, A. D. (2007). Job stress and other working conditions: Relationships with smoking behaviors in a representative sample of working Australians. *American Journal of Industrial Medicine*, 50(8), 584–596.

Selye, H. (1950). Stress and the general adaptation syndrome. *British Medical Journal*, 1(4667), 1383.

Selye, H. (1998). A syndrome produced by diverse nocuous agents. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 10(2), 230a--231.

Selye, H. (1936). A syndrome produced by diverse nocuous agents. *Nature*, 138(3479), 32.

Siegrist, J. (1996). Adverse health effects of high-effort/low-reward conditions. *Journal of Occupational Health Psychology*, 1(1), 27.

- Silva, L. S., & Barreto, S. M. (2012). Stressful working conditions and poor self-rated health among financial services employees. *Revista de Saúde Pública, 46*(3), 407–416.
- Small, K. A., & Hsiao, C. (1985). Multinomial logit specification tests. *International Economic Review, 6*19–627.
- Spielberger, C. D., & Reheiser, E. C. (1995). Measuring occupational stress: The job stress survey. *Occupational Stress: A Handbook, 51–69*.
- Strazdins, L., D'souza, R. M., L-Y Lim, L., Broom, D. H., & Rodgers, B. (2004). Job strain, job insecurity, and health: rethinking the relationship. *Journal of Occupational Health Psychology, 9*(4), 296.
- Sultan-Taieb, H., Chastang, J.-F., Mansouri, M., & Niedhammer, I. (2013). The annual costs of cardiovascular diseases and mental disorders attributable to job strain in France. *BMC Public Health, 13*(1), 748.
- Thorsteinsson, E. B., Brown, R. F., & Richards, C. (2014). The relationship between work-stress, psychological stress and staff health and work outcomes in office workers. *Psychology, 5*(10), 1301.
- Trentzsch-Joye, S. (2011). *Rupture du contrat psychologique, stress et souffrance au travail: une recherche réalisée au sein du dispositif souffrance au travail du CHU Toulouse-Purpan*. Université Toulouse le Mirail-Toulouse II.
- Väänänen, A., Murray, M., & Kuokkanen, A. (2014). The growth and the stagnation of work stress: Publication trends and scientific representations 1960–2011. *History of the Human Sciences, 27*(4), 116–138.
- Weibel, P., Ord, G., & Rössler, O. (2005). Space time physics and fractality: festschrift in honour of Mohamed El Naschie on the occasion of his 60th birthday. In *Space Time Physics and Fractality*.
- Wickens, M. (2011). *Macroeconomic theory: a dynamic general equilibrium approach*. Princeton University Press.
- Wicks, A. C., & Freeman, R. E. (1998). Organization studies and the new pragmatism: Positivism, anti-positivism, and the search for ethics. *Organization Science, 9*(2), 123–140.

STUDY APPENDICES

ANNEX 1

Distribution gender and birth cohort by JSI Categories

JSI Categories	Gender		Birth cohort			
	Men	Women	1950-1960	1961-1972	1973-1984	1985-1996
Very high job stress	42.1%	39.7%	40%	41%	39%	43%
High job stress	11.2%	11.1%	12%	11%	11%	11%
Medium job stress	29.7%	31.0%	29%	29%	32%	31%
Low job stress	17.0%	18.2%	19%	19%	18%	15%
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Source: Prepared by the authors based on the EECV.

APPENDIX 1

Table 1. Variables used for the construction of the Job Stress Index

Variables	Coding
Satisfaction with current job	0 = Very Dissatisfied 1 = Dissatisfied 2 = Satisfied 3 = Very Satisfied
Satisfaction with the number of hours worked per week	0 = Very Dissatisfied 1 = Dissatisfied 2 = Satisfied 3 = Very Satisfied
Satisfaction with work knowledge	0 = Very Dissatisfied 1 = Dissatisfied 2 = Satisfied 3 = Very Satisfied
Satisfaction with wages	0 = Very Dissatisfied 1 = Dissatisfied 2 = Satisfied 3 = Very Satisfied
Satisfaction with benefits	0 = Very Dissatisfied 1 = Dissatisfied 2 = Satisfied 3 = Very Satisfied
Satisfaction with the workday	0 = Very Dissatisfied 1 = Dissatisfied 2 = Satisfied 3 = Very Satisfied
Consideration of job security	0 = Very Unstable 1 = Unstable 2 = Stable 3 = Very Stable
Compatibility with the assignment of responsibilities	0 = Very Incompatible 1 = Incompatible 2 = Compatible 3 = Very Compatible

Source: Author calculations based on the EECV using Stata 13.0 software

APPENDIX 2

Table 2. Job Stress Index

JSI Categories	Observations	Percent	Mean	Minimum	Maximum
Very high job stress	3,842	40.57%	0.0000	0.0000	0.0000
High job stress	1,053	11.12%	3.8099	0.0528	5.4897
Medium job stress	2,876	30.37%	13.3012	5.4985	14.7263
Low job stress	1,698	17.93%	48.7359	14.7865	100

Source: Prepared by the authors based on the EECV.

**APPENDIX 3**

**Table 3.** Presentation of the explanatory variables

<b>Variables</b>	<b>Coding</b>
<b>State of health</b>	0 = Bad 1 = Regular 2 = Good, 3 = Very Good
<b>Chronic disease</b>	0= Does not have a chronic disease 1 = Chronic disease and medical consultation 2= Chronic disease and no consultation
<b>Health problems</b>	0= Had problems 1 = Did not have problems
<b>Hours worked per week</b>	0 = Less than 48 hours 1 = 48 hours 2 = More than 48 hours
<b>Income</b>	Logarithm of monthly earnings
<b>Potential experience</b>	Age- Years of Education - 6 (continuous)
<b>Salaried</b>	0 = Independent 1 = Salaried
<b>Works overtime</b>	0= Does not have a contract 1 = Works 2 = Does not work
<b>Received bonuses</b>	0= Does not have a contract 1 = Yes 2 = No
<b>Received premiums</b>	0= Does not have a contract 1 = Yes 2 = No
<b>Received payment for overtime</b>	0= Does not have a contract 1 = Yes 2 = No
<b>Changing jobs</b>	0= Does not plan to change jobs 1= Plans to change jobs
<b>% of income allocated to recreation</b>	0 = Below average 1 = Average 2 = Above average
<b>% income allocated to vacation</b>	0 = Below average 1 = Average 2 = Above average
<b>Sex</b>	0 = Male 1 = Female
<b>Head of household</b>	0 =Other member of the household 1 = Head of household
<b>Marital status</b>	0 = Married 1 = Civil union 2 = Widowed 3 = Separated 4 = Single
<b>Academic degree</b>	0 = None or Basic 1 = Secondary school 2 = Technical or Technology 3 = University 4 = Specialization 5 = Master's 6 = PhD
<b>Ethnic minority</b>	0 = Non-ethnic 1 = Ethnic minority (indigenous, Romany, Afro-Colombians, Raizals, and palenqueros)
<b>Commune</b>	0 = South 1 = East 2 =Agua Blanca District 3 = Northeast 4 = Northwest
<b>Socioeconomic level</b>	1 = Low Stratum (1 and 2) 2 = Middle Stratum (3 and 4) 3 = High Stratum (5 and 6)
<b>Birth cohort</b>	0 = 1950-1960 1 = 1961-1972 2 = 1973-1984 3 = 1985-1996

**Source:** Author calculations based on the EECV.

**APPENDIX 4**

**Table 4.** Main statistics

<b>Variables</b>	<b>Observations</b>	<b>Mean</b>	<b>Deviation</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
<b>JSI</b>	9469	13.203	20.953	0.000	100.000
<b>Job Stress Index</b>	9469	1.257	1.167	0.000	3.000
<b>State of health</b>	9469	2.026	0.565	0.000	3.000
<b>Chronic disease</b>	9469	0.117	0.366	0.000	2.000
<b>Health problems</b>	9469	0.912	0.284	0.000	1.000
<b>Hours worked per week</b>	9469	1.099	0.811	0.000	2.000
<b>Ln (Income)</b>	9469	10.700	5.306	0.000	16.811

**Table 4.** Main statistics

Variables	Observations	Mean	Deviation	Minimum	Maximum
Salaried workers	9469	0.562	0.496	0.000	1.000
Works overtime	9469	1.187	0.955	0.000	2.000
Received bonuses	9469	1.188	0.973	0.000	2.000
Received premiums	9469	1.171	0.966	0.000	2.000
Received payment for overtime	9469	1.098	0.962	0.000	2.000
Changing jobs	9469	0.740	0.439	0.000	1.000
% of income allocated to recreation	9469	0.187	0.510	0.000	2.000
% income allocated to holidays	9469	0.272	0.663	0.000	2.000
Academic degree	9469	1.125	1.158	0.000	6.000
Ethnicity	9469	0.317	0.465	0.000	1.000
Commune	9469	1.982	1.402	0.000	4.000
Socioeconomic level	9469	0.648	0.708	0.000	2.000
Birth cohort	9469	1.596	1.006	0.000	3.000
Experience	9469	21.895	12.931	-3.000	55.000
Experience <sup>2</sup>	9469	646.561	629.369	0.000	3025.000
Gender	9469	0.430	0.495	0.000	1.000
Head of household	9469	0.435	0.496	0.000	1.000
Marital status	9469	2.043	1.652	0.000	4.000

Source: Author calculations based on the EECV using the Stata 13.0 software

#### APPENDIX 5

**Table 5.** Small-Hsiao test to validate the IIA assumption

Ho: Odd are independent of other alternatives Number of observations: 8247						
Omitted	lnL (complete)	lnL (omitted)	Chi2	df	P>chi	Evidence
Very High	-2714.031	-10300.00	-15100.00	144	1	Ho not rejected
High	-3629.745	-5108.548	-2957.605	144	1	Ho not rejected
Medium	-2593.897	-5108.548	-5029.302	144	1	Ho not rejected
Low	-3210.333	-5108.548	-3796.429	144	1	Ho not rejected

Source: Author calculations based on the EECV.

#### APPENDIX 6

**Table 6.** Ordered multinomial logit regression model (marginal effects)

Job Stress Index	Very high	High	Medium	Low
48 hours per week	-0.114*** (0.0154)	0.0269** (0.0109)	0.0742*** (0.0140)	0.0131 (0.0099)
More than 48 hours per week	-0.00774 (0.0152)	0.0204** (0.0103)	0.0104 (0.0138)	-0.0231** (0.0098)
Ln (Income)	-0.00356*** (0.0012)	-0.000806 (0.0007)	0.000615 (0.0010)	0.00375*** (0.0008)
Salaried workers	-0.149*** (0.0172)	-0.00632 (0.0112)	0.103*** (0.0147)	0.0527*** (0.0108)

**Table 6.** Ordered multinomial logit regression model (marginal effects)

<b>Job Stress Index</b>	<b>Very high</b>	<b>High</b>	<b>Medium</b>	<b>Low</b>
<b>Worked overtime</b>	-0.201*** 0.0528	0.000088 (0.0410)	0.104* (0.0572)	0.0966* (0.0517)
<b>Did not work overtime</b>	-0.225*** (0.0639)	0.0154 (0.0335)	0.140*** (0.0452)	0.0697** (0.0327)
<b>Compensation for overtime</b>	0.0264 (0.0448)	-0.0455** (0.0212)	0.0173 (0.0365)	0.00187 (0.0244)
<b>Not compensated for overtime</b>	0.0444 (0.0359)	-0.000289 (0.0210)	-0.0131 (0.0281)	-0.0309 (0.0204)
<b>Received bonuses</b>	-0.0898 (0.0761)	-0.0464 (0.0371)	0.0889 (0.0729)	0.0472 0.0528
<b>Did not receive bonuses</b>	-0.0683 (0.0682)	-0.0263 (0.0449)	0.0847 (0.0541)	0.00991 (0.0367)
<b>Received a premium</b>	0.0249 (0.0898)	0.0241 (0.0584)	-0.0472 (0.0581)	-0.00175 (0.0422)
<b>Did not receive a premium</b>	0.253*** (0.0700)	-0.000101 (0.0453)	-0.197*** (0.0566)	-0.0553 (0.0391)
<b>Does not plan to change jobs</b>	-0.512*** (0.0108)	0.0553*** (0.0071)	0.292*** (0.0090)	0.165*** (0.0069)
<b>Spends the average amount on leisure activities</b>	-0.0871*** (0.0237)	-0.00566 (0.0142)	0.0576*** (0.0207)	0.0352** (0.0152)
<b>Spends above the average on leisure activities</b>	0.00213 (0.0280)	-0.0456*** (0.0145)	-0.00363 (0.0231)	0.0471*** (0.0180)
<b>Spends the average amount on vacations</b>	-0.0692* (0.0396)	0.000772 (0.0236)	0.0138 (0.0311)	0.0545** (0.0243)
<b>Spends above the average on vacations</b>	-0.0114 (0.0191)	0.00761 (0.0122)	-0.0289* (0.0156)	0.0327*** (0.0123)
<b>Regular state of health</b>	-0.128* (0.0747)	0.213 (0.1520)	-0.02 (0.0927)	-0.065 (0.0457)
<b>Good state of health</b>	-0.157** (0.0679)	0.128** (0.0594)	0.0423 (0.0711)	-0.0141 (0.0546)
<b>Very good state of health</b>	-0.233*** (0.0587)	0.215 (0.1480)	-0.0397 (0.0859)	0.0578 (0.0763)
<b>Chronic illness and consultation</b>	0.0315 (0.0231)	-0.00678 (0.0138)	-0.000741 (0.0206)	-0.0239* (0.0140)
<b>Chronic illness and no consultation</b>	0.103* (0.0568)	0.00598 (0.0328)	-0.0443 (0.0445)	-0.0649** (0.0266)
<b>Does not have health problems</b>	-0.0635*** (0.0227)	-0.00285 (0.0143)	0.0720*** (0.0184)	-0.00561 (0.0154)
<b>Secondary education</b>	-0.0683*** (0.0166)	-0.00387 (0.0103)	0.0512*** (0.0154)	0.0210* (0.0119)
<b>Technical or technological education</b>	-0.0730*** (0.0258)	-0.0159 (0.0157)	0.0347 (0.0240)	0.0542*** (0.0207)
<b>University education</b>	-0.134*** 0.0249	-0.0322** (0.0152)	0.0807*** (0.0251)	0.0857*** (0.0218)

**Table 6.** Ordered multinomial logit regression model (marginal effects)

<b>Job Stress Index</b>	<b>Very high</b>	<b>High</b>	<b>Medium</b>	<b>Low</b>
<b>Specialization</b>	-0.0960** (0.0452)	-0.0495** (0.0229)	0.00982 (0.0382)	0.136*** (0.0385)
<b>Master's degree</b>	-0.106 (0.0699)	-0.0104 (0.0404)	-0.0143 (0.0523)	0.130** (0.0513)
<b>PhD</b>	-0.143 (0.2070)	-0.00152 (0.1260)	-0.119 (0.1330)	0.264 (0.1770)
<b>Ethnic minorities</b>	-0.00684 (0.0133)	0.0161* (0.0084)	-0.0262** (0.0114)	0.0170* (0.0087)
<b>East</b>	-0.0227 (0.0219)	-0.0278** (0.0125)	0.0508** (0.0207)	-0.000263 (0.0140)
<b>Agua Blanca District</b>	0.00213 (0.0209)	-0.0111 (0.0123)	0.031 (0.0194)	-0.0220* (0.0130)
<b>Northeast</b>	-0.0349* (0.0185)	-0.011 (0.0112)	0.0412** (0.0168)	0.00477 (0.0116)
<b>Northwest</b>	0.0138 (0.0204)	-0.000489 (0.0123)	0.0107 (0.0176)	-0.0240** (0.0111)
<b>Middle strata</b>	-0.0989*** (0.0139)	-0.00372 (0.0090)	0.0647*** (0.0129)	0.0379*** (0.0099)
<b>High strata</b>	-0.187*** (0.0203)	-0.0238* (0.0138)	0.124*** (0.0225)	0.0868*** (0.0182)
<b>1961-1972 Cohort</b>	0.033 (0.0294)	-0.00743 (0.0176)	-0.0171 (0.0250)	-0.00843 (0.0177)
<b>1973-1984 Cohort</b>	0.0385 (0.0442)	0.00347 (0.0271)	-0.0192 (0.0377)	-0.0228 0.0264
<b>1985-1996 Cohort</b>	0.068 (0.0602)	0.000997 (0.0368)	-0.0455 (0.0490)	-0.0234 (0.0350)
<b>Potential experience</b>	0.000226 (0.0032)	-0.000465 (0.0020)	-0.00132 (0.0027)	0.00156 (0.0020)
<b>Potential experience squared</b>	0.0000 (0.0001)	0.0000 (0.00)	0.0000 (0.00)	0.0000 (0.00)
<b>Male</b>	-0.0344** (0.0134)	0.00348 (0.0085)	0.0178 (0.0116)	0.0131 (0.0088)
<b>Head of household</b>	-0.00471 (0.0144)	0.00656 (0.0090)	-0.0171 (0.0125)	0.0153* (0.0093)
<b>Civil union</b>	0.0155 (0.0176)	0.00142 (0.0108)	-0.0066 (0.0149)	-0.0103 (0.0105)
<b>Widowed</b>	0.0157 (0.0434)	0.0204 (0.0306)	-0.0153 (0.0387)	-0.0208 (0.0273)
<b>Separated</b>	0.0268 (0.0232)	0.00978 (0.0148)	-0.0147 (0.0193)	-0.0219* (0.0132)
<b>Single</b>	0.0396** (0.0188)	-0.0243** (0.0112)	-0.00714 (0.0158)	-0.00822 (0.0111)
<b>Probability of Occurrence</b>	40.32%	13.15%	31.0%	15.53%

Source: Author calculations based on the EECV using Stata 13.0 software



## Mercados cambiarios y tipos de cambio de Asia y Latinoamérica: sincronización de largo plazo, cambios estructurales y choques estocásticos

RUIZ PORRAS, ANTONIO

Departamento de Métodos Cuantitativos  
Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas  
Universidad de Guadalajara (México)  
Correo electrónico: [starp2000@yahoo.com](mailto:starp2000@yahoo.com)

FREGOSO BECERRA, LUIS ENRIQUE

Departamento de Métodos Cuantitativos  
Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas  
Universidad de Guadalajara (México)  
Correo electrónico: [luisenrique\\_economia.udg@hotmail.com](mailto:luisenrique_economia.udg@hotmail.com)

### RESUMEN

Se estudian econométricamente los mercados cambiarios y los tipos de cambio de Asia y Latinoamérica. Se utilizan análisis de cambio estructural endógeno y de cointegración y funciones de impulso-respuesta. Los hallazgos indican que: 1) la sincronización de largo plazo de los mercados cambiarios es baja; 2) no hay evidencia de sincronización en los mercados asiáticos; 3) un choque estocástico en un país latinoamericano tiene efectos de mayor magnitud y duración que un choque similar en un país asiático; y 4) no hay evidencia de que la Crisis Financiera Global haya inducido cambios estructurales en las dinámicas de los tipos de cambio. Se usan los tipos de cambio *spot* diarios de Argentina, Brasil, Chile, China, Colombia, Corea del Sur, India, Malasia, México y Tailandia, para el periodo del 5 de agosto de 2002 al 22 de enero de 2016.

**Palabras claves:** tipos de cambio; Asia; Latinoamérica; cointegración; cambio estructural endógeno; impulso-respuesta.

**Clasificación JEL:** C32; C22; G15; F30.

**MSC2010:** 62P20; 91G70.

# Change Markets and Exchange Rates of Asia and Latin America: Long-Term Synchronization, Structural Changes and Stochastic Shocks

## ABSTRACT

The exchange markets and the exchange rates of Asia and Latin America are studied econometrically. Endogenous structural change and cointegration analysis and impulse-response functions are used. The findings indicate that: 1) the long-term timing of the exchange markets is low; 2) there is no evidence of synchronization in Asian markets; 3) a stochastic shock in a Latin-American country has effects of greater magnitude and duration than a similar shock in an Asian country; and 4) there is no evidence that the Global Financial Crisis has induced structural changes in the dynamics of exchange rates. The daily spot exchange rates of Argentina, Brazil, Chile, China, Colombia, South Korea, India, Malaysia, Mexico and Thailand are used for the period from August 5, 2002 to January 22, 2016.

**Keywords:** exchange rates; Asia; Latin America; cointegration; endogenous structural change; impulse-response.

**JEL classification:** C32; C22; G15; F30.

**MSC2010:** 62P20; 91G70.



## 1. Introducción.

En la economía global se considera que los mercados financieros más importantes son los cambiarios (Eiteman, Stonehill y Moffett, 2013). La preminencia de dichos mercados se explica en virtud de que los tipos de cambio permiten: 1) Transferir poder de compra entre países; 2) otorgar y recibir créditos para hacer transacciones internacionales; y 3) minimizar los riesgos de variaciones de los tipos de cambio. Los tipos de cambio facilitan las transacciones que permiten la producción, la distribución y el consumo de bienes y servicios a nivel internacional. Particularmente, se estima que las transacciones diarias negociadas en los mercados cambiarios ascienden a 5.088 trillones de dólares (BIS, 2016). De las mismas, 1.654 trillones son transacciones en los mercados spot.

La importancia de los tipos de cambio ha justificado su estudio desde hace muchos años.<sup>1</sup> Los estudios contemporáneos se justifican porque los regímenes cambiarios han evolucionado significativamente desde finales del siglo XX. La mencionada evolución suele plantearse en términos de: 1) la integración de los mercados financieros, ya que la misma ha inducido procesos de sincronización de largo plazo en los mercados (Kasa, 1992; Imbs, 2004); 2) las crisis financieras, ya que las mismas han inducido cambios estructurales en las dinámicas de los tipos de cambio (Kohler, 2010); y 3) los objetivos nacionales de política económica y financiera, ya que muchos países eligen sus regímenes cambiarios con base en dichos objetivos (Lahura y Vega, 2013).

Tradicionalmente, los tipos de cambio se consideran importantes instrumentos de política en los países en desarrollo y emergentes (Frankel, 2004; Edwards, 2011; Agenor y Montiel, 2015). Por esta razón, los tipos cambiarios de dichos países no suelen ser completamente flexibles ni estar integrados en uniones monetarias. En este contexto, hay quienes indican que analizar los mercados cambiarios y los tipos de cambio de los países en desarrollo y emergentes puede proveer lecciones útiles para entender los procesos de desarrollo económico. Más aun, hay quienes señalan que las experiencias de los países asiáticos y latinoamericanos pueden ser particularmente relevantes en ese sentido (Edwards; 2011).

En este estudio se analizan econométricamente los mercados y tipos cambiarios de cinco países asiáticos y de cinco latinoamericanos. Particularmente, aquí se estudian: 1) las características de los tipos de cambio de dichos países; 2) la existencia de cambios estructurales en las dinámicas de los tipos de cambio; 3) la sincronización de largo plazo de los mercados; y 4) los efectos de choques estocásticos sobre los rendimientos cambiarios. Se utilizan análisis estadísticos, de cambio estructural endógeno y de cointegración y funciones de impulso—respuesta. El estudio usa tipos de cambio spot diarios de Argentina, Brasil, Chile, China, Colombia, Corea del Sur, India, Malasia, México y Tailandia, para el periodo comprendido del 5 de agosto de 2002 al 22 de enero de 2016.

El estudio puede justificarse en términos de la necesidad de entender los mercados cambiarios y los tipos de cambio de los países en desarrollo y emergentes. Particularmente, la investigación puede justificarse porque: 1) los mercados cambiarios han experimentado transformaciones significativas en el siglo XXI; 2) la literatura econométrica que ha estudiado los tipos de cambios contemporáneos de Asia y Latinoamérica es escasa; 3) los mercados y tipos cambiarios de los mencionados países han tenido una importancia creciente en la

---

<sup>1</sup> Los textos de Frankel y Rose (1995), Vitale (2007), Moosa y Bhatti (2010), Chinn (2012) y Della Corte y Tsiakas (2012) incluyen revisiones de la literatura empírica sobre los mercados cambiarios y los tipos de cambio.

economía global; y 4) los regímenes cambiarios asiáticos y latinoamericanos pueden brindar lecciones para entender los procesos de desarrollo económico.

Metodológicamente, el estudio tiene similitudes con aquellos de Aggarwal y Kyaw (2005), Narayan y Smyth (2004) y Canova (2005). Particularmente, el análisis de cointegración se usa para estudiar las relaciones de largo plazo de los tipos de cambios y para evaluar el grado de sincronización de los mercados cambiarios. El análisis de cambio estructural endógeno se usa para evaluar si ha habido “quiebres”, i.e. cambios estructurales, en las dinámicas de los tipos de cambios y mercados eficientes. Las funciones de impulso—respuesta se utilizan para medir la sensibilidad de los rendimientos cambiarios ante “choques estocásticos, i.e. eventos inesperados, y las interdependencias de corto plazo entre los mercados.

El estudio complementa la literatura econométrica sobre los regímenes cambiarios de Asia y Latinoamérica. Su objetivo consiste en caracterizar los mercados y tipos cambiarios usando como referente algunos estudios que estudian los mercados bursátiles de países en desarrollo y emergentes. Así, aquí se investigan: 1) los mercados cambiarios y las dinámicas de los tipos de cambio desde una perspectiva comparada; 2) la existencia de movimientos y equilibrios de largo plazo en los tipos de cambio; 3) la sincronización de largo plazo de los mercados cambiarios; 4) la sensibilidad de los rendimientos y las interdependencias de corto plazo en los mercados cuando hay choques estocásticos; y 5) la existencia de cambios estructurales y de eficiencia informacional en los mercados.

El estudio está organizado en seis secciones. La Sección 2 incluye la revisión de la literatura. La Sección 3 describe la metodología enfatizando cómo la misma se vincula con los estudios bursátiles de Aggarwal y Kyaw (2005), Kasa (1992), Canova (2005) y Narayan y Smyth (2004). La Sección 4 describe la base de datos y muestra los resultados de los análisis estadísticos, de raíces unitarias y de cambio estructural endógeno. La Sección 5 incluye los análisis de cointegración y de sincronización de los mercados y las funciones de impulso—respuesta de las series de rendimientos cambiarios. La Sección 6 sintetiza los resultados y discute sus implicaciones. El Apéndice muestra las series usadas en la investigación de manera gráfica.

## **2. Revisión de la literatura.**

En la macroeconomía del desarrollo, los regímenes cambiarios se consideran importantes instrumentos de política económica y financiera (Agenor y Montiel, 2015). Los hacedores de políticas de los países en desarrollo y emergentes usualmente consideran a los regímenes cambiarios como instrumentos para alcanzar objetivos de desempeño macroeconómico.<sup>2</sup> Por las mencionadas razones, se ha argumentado la necesidad de promover los estudios sobre los tipos de cambio en dichos países (Frankel, 2004; Edwards, 2011). Particularmente, Edwards (2011) ha promovido dichos estudios argumentando que los regímenes cambiarios de Asia y Latinoamérica proveen lecciones útiles para entender los procesos contemporáneos de desarrollo económico.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Los mencionados objetivos incluyen: 1) el control y la reducción de la inflación; 2) la delimitación de la independencia de la política monetaria; 3) la estabilidad financiera; 4) la capacidad de absorción de choques reales; 5) la promoción del comercio internacional y la inversión extranjera; y 6) el crecimiento económico. Véase Lahura y Vega (2013) para una revisión de la literatura.

<sup>3</sup> Edwards (2011) señala que los mercados y tipos cambiarios de ambas regiones proporcionan lecciones sobre: 1) las relaciones entre los regímenes cambiarios y el crecimiento económico; 2) los costos de las crisis de tipo de

La investigación sobre los mercados y tipos cambiarios de los países de Asia y Latinoamérica también puede justificarse por razones financieras. Frieden (2008), King, Olser y Rime, (2012) y Andrade y Magalhães—Prates (2013), entre otros, argumentan que la globalización ha inducido transformaciones en el ámbito financiero que no se han estudiado de manera suficiente. Kohler (2010) y Keat (2010), además, argumentan que las crisis financieras han introducido cambios estructurales en las dinámicas de los tipos de cambios. Sin embargo, la evidencia econométrica sobre las mencionadas transformaciones y cambios es escasa. De hecho, los estudios existentes suelen plantearse en términos de las relaciones entre los mercados bursátiles y cambiarios.<sup>4</sup>

Otra razón que justifica la investigación es la creciente importancia de los mercados cambiarios asiáticos y latinoamericanos han alcanzado en la economía global. Como es conocido, las transacciones que envuelven monedas de ambas regiones cada vez son más frecuentes en los mercados financieros internacionales. Incluso, ya se reconoce que varias monedas asiáticas y latinoamericanas están entre las más negociadas en dichos mercados (BIS, 2016). Particularmente, entre las monedas que destacan por sus montos de transacciones se encuentran: 1) el yuan chino (8); 2) el peso mexicano (10); 3) el dólar de Singapur (12); 4) el dólar de Hong Kong (13); 5) el won de Corea del Sur (15); 6) la rupia hindú (17); y 7) el real brasileño (19).<sup>5</sup>

Paradójicamente, los estudios contemporáneos que analizan los mercados y tipos cambiarios de Asia y Latinoamérica son relativamente escasos. Más aun, los estudios no siempre se sustentan en análisis econométricos. Particularmente, varios de los mencionados estudios se plantean en términos de las causas y efectos de crisis financieras (v.g. Frankel y Rose, 1996; Kaminsky y Reinhart, 1998; Krugman, 2009). Otros, se plantean en términos las relaciones de los mercados y tipos cambiarios con diversas variables económicas y financieras (v.g. Sachs, 1999; Tanner, 2000; Athukorala y Rajapatirana, 2003). Además, hay estudios que se plantean en términos del análisis de la integración regional de los mercados financieros (v.g. Ortiz, et. al., 2005; Thorbecke, 2016).

Hay varias razones que justifican la escasez de los mencionados estudios econométricos. Las principales razones refieren a: 1) La predominancia histórica de niveles muy altos de intervención gubernamental en los mercados y tipos cambiarios de los países asiáticos y latinoamericanos;<sup>6</sup> 2) la falta de disponibilidad de series cambiarias lo suficientemente consistentes, comparables y extensas en el tiempo; 3) la complejidad de las técnicas usadas para modelar las series;<sup>7</sup> y 4) la relativa irrelevancia estadística de los estudios

---

cambio; 3) los méritos de la dolarización; 4) las relaciones entre los tipos de cambio y la estabilidad macroeconómica; 5) la independencia monetaria bajo diferentes regímenes cambiarios; y 6) los efectos de las “guerras de divisas” en los exportadores de commodities.

<sup>4</sup> Bahmani—Oskooee y Saha (2015) revisan los estudios empíricos que han estudiado las relaciones entre los mercados bursátiles y cambiarios. Véase Ayayi y Mougoué (1996) y Cenedese, et. al. (2016) para una síntesis de los argumentos teóricos que sustentan dichas relaciones.

<sup>5</sup> Los números entre paréntesis denotan las posiciones que ocupan las mencionadas monedas en el ranking de las más negociadas en la economía global con base en los datos del Banco Internacional de Pagos (BIS, 2016).

<sup>6</sup> Hasta finales del siglo XX, muchas monedas asiáticas y latinoamericanas experimentaron apreciaciones como consecuencia de intervenciones gubernamentales. Véase Athukorala y Rajapatirana (2003) para una estimación de los niveles de apreciación de las monedas de ambas regiones durante los años 80 y 90 del siglo pasado.

<sup>7</sup> Las técnicas econométricas contemporáneas modelan y pronostican las series cambiarias utilizando sistemas de regresiones, parámetros no lineales y diversas distribuciones de probabilidad (Moosa y Bhatti, 2010; Chinn, 2012; Della Corte y Tsiakas, 2012). Las mencionadas técnicas se utilizan porque las series suelen tener comportamientos difíciles de modelar mediante técnicas tradicionales. Las series cambiarias suelen manifestar

que analizaban los tipos de cambio usando variables macroeconómicas.<sup>8</sup> Se enfatizan estas razones porque las mismas han limitado en buena medida el desarrollo de estudios empíricos y de análisis comparativos para Asia y Latinoamérica.

En este estudio se analizan los mercados y tipos cambiarios usando como referencia algunos estudios realizados para sus contrapartes bursátiles. Los estudios usados como referencia son los de Aggarwal y Kyaw (2005), Canova (2005), Kasa (1992) y Narayan y Smyth (2004). El análisis se sustenta en la existencia de relaciones entre los mercados y activos bursátiles y cambiarios. Por esta razón, las temáticas y las técnicas usadas aquí son similares a las usadas en los mencionados estudios. Particularmente, aquí se evalúan: 1) las relaciones de largo plazo en los tipos de cambio; 2) la sincronización de largo plazo de los mercados; 3) los efectos de choques estocásticos sobre los mercados; y 4) los cambios estructurales y la eficiencia de los mercados cambiarios.

Finalmente, no sobra enfatizar que la investigación puede justificarse por razones económicas y financieras. Particularmente, y como ya se ha mencionado, su relevancia se justifica porque: 1) los mercados cambiarios han experimentado transformaciones significativas; 2) la literatura econométrica que ha estudiado los mercados y tipos cambiarios de Asia y Latinoamérica es escasa; 3) los mercados y tipos cambiarios de los mencionados países han tenido una importancia creciente en la economía global; y 4) los regímenes cambiarios asiáticos y latinoamericanos pueden brindar lecciones para entender los procesos de desarrollo económico. Así, la relevancia de la investigación puede sustentarse en consideraciones de interés público, privado y académico.

### **3. Metodología de investigación.**

En este estudio se analizan las series cambiarias de cinco países asiáticos y de cinco latinoamericanos. La metodología se sustenta en análisis de tipo estadístico, de cambio estructural endógeno y de cointegración y en funciones de impulso—respuesta. El análisis estadístico se usa para describir las series de los tipos de cambios y sus relaciones. El análisis de cambio estructural se usa para determinar la existencia de cambios estructurales en las series. El análisis de cointegración se usa para evaluar la existencia de relaciones de largo plazo y la sincronización de los mercados cambiarios. Las funciones de impulso—respuesta se utilizan para medir la sensibilidad de los rendimientos y las interdependencias de corto plazo entre los mercados.

El análisis estadístico incluye estadísticas descriptivas, pruebas de normalidad y correlaciones pairwise de las series de los tipos de cambio en términos logarítmicos (series en niveles). Las estadísticas descriptivas y las pruebas de Jarque—Bera se usan para describir las series utilizadas en los análisis de tipo confirmatorio, de cambio estructural y de cointegración. Las correlaciones pairwise se usan para estimar las asociaciones de pares de

---

comportamientos no lineales, curtosis excesivas, clusters de volatilidad, volatilidades no constantes y distribuciones no normales.

<sup>8</sup> Los estudios que sustentan la irrelevancia de los análisis econométricos para analizar y describir los tipos de cambios con base en variables macroeconómicas se sustentan en los trabajos de Meese y Rogoff (1983a) y (1983b). Incluso, a la fecha, se considera que los pronósticos obtenidos mediante dichos análisis son apenas mejores que aquellos obtenidos mediante una caminata aleatoria (Vitale, 2007; Moosa y Bhatti, 2010). La irrelevancia de los mencionados análisis suele justificarse en términos de las restricciones que imponen los supuestos teóricos de los modelos macroeconómicos. Véase Moosa y Bhatti (2010) y Chinn (2012) para revisiones de la literatura.

las series y su significancia estadística. La hipótesis nula de la prueba de correlación es que las asociaciones no son significativas. Las pruebas de Jarque—Bera, por su parte, se utilizan para evaluar si las series se distribuyen normalmente. Por simplicidad, sólo se reportan los p—valores de las pruebas.

El análisis de cointegración requiere que las series cambiarias sean integradas de orden uno,  $I(1)$ , i.e., deben tener una raíz unitaria. Por esta razón, aquí se estiman pruebas de raíces unitarias y de estacionariedad para determinar de manera robusta el orden de integración de las series siguiendo la propuesta de Aggarwal y Kyaw (2005).<sup>9</sup> Particularmente, aquí se estiman las pruebas Aumentada de Dickey—Fuller (*ADF*) y de Kwiatkowski—Phillips—Schmidt—Shin (*KPSS*) sobre cada una de las series en niveles y en diferencias.<sup>10</sup> Se usan ambas pruebas por complementariedad y para garantizar la robustez de los resultados. La hipótesis nula de la prueba *ADF* es que la serie analizada tiene una raíz unitaria. La hipótesis nula de la prueba *KPSS* es que la serie es estacionaria,  $I(0)$ .

El análisis de cambio estructural endógeno se desarrolla con base en la propuesta de Narayan y Smyth (2004).<sup>11</sup> El análisis se sustenta en estimaciones de la prueba Zivot—Andrews (*ZA*). La prueba *ZA* permite evaluar, endógenamente, la existencia de quiebres en las series halladas  $I(1)$ .<sup>12</sup> El análisis usa estimaciones repetidas de la prueba para determinar la ocurrencia de un quiebre potencial.<sup>13</sup> La hipótesis nula de la prueba *ZA* es que la serie tiene una raíz unitaria y que no experimenta ningún quiebre. Narayan y Smyth (2004), además, argumentan que el cumplimiento de la hipótesis nula indica que hay eficiencia informacional en el mercado.<sup>14</sup> La hipótesis alternativa de la prueba es que la serie es estacionaria y que sí experimenta un quiebre.

Estadísticamente, la prueba *ZA* ha sido criticada porque suele indicar la presencia de quiebres inexistentes, i.e. “quiebres espurios” (Silvia e Iqbal, 2011). Por esta razón, el análisis de cambio estructural se complementa con estimaciones de la prueba de raíz unitaria Kim—Perron (*KP*). Esta prueba, también permite evaluar endógenamente la existencia de quiebres en series  $I(1)$ . Sin embargo, a diferencia de la prueba *ZA*, evita el problema de los “quiebres espurios” Más aun, la prueba *KP* provee un método de estimación más eficiente que el

---

<sup>9</sup> Aggarwal y Kyaw (2005) utilizan las mencionadas pruebas para estudiar la integración de los mercados bursátiles de la región del NAFTA.

<sup>10</sup> Las series en diferencias denotan los rendimientos diarios de los tipos de cambios.

<sup>11</sup> Narayan y Smyth (2004) utilizan la prueba *ZA* para analizar la eficiencia del mercado bursátil coreano.

<sup>12</sup> Adviértase que la mayoría de las pruebas existentes de cambio estructural consideran que el momento exacto del quiebre es conocido. Sin embargo, la prueba *ZA* no utiliza dicho supuesto. La prueba permite determinar el momento de ocurrencia del quiebre se determina con base en la información extraída de la serie analizada. Por esta razón se dice que la prueba permite evaluar endógenamente la existencia de quiebres. Véase Zivot y Andrews (1992).

<sup>13</sup> Los supuestos se refieren al criterio de selección del número de rezagos óptimo y a la localización del quiebre en la regresión de la prueba *ZA*. Particularmente, en este estudio se usa como único criterio de selección a la prueba *t* secuencial. Los supuestos relativos a la localización del quiebre usados aquí refieren a la ubicación del mismo en: 1) el intercepto; 2) la tendencia; y 3) la tendencia y el intercepto.

<sup>14</sup> La eficiencia informacional implica la imposibilidad de poder predecir consistentemente los precios de activos financieros en el largo plazo (Fama, 1970). Particularmente, Eiteman, Stonehill y Moffett (2013) indican que la eficiencia en el mercado cambiario supone: 1) Que toda la información relevante se refleja de inmediato tanto en los mercados cambiarios spot y forward; 2) que los costos de transacción son bajos; y 3) que los instrumentos denominados en diferentes monedas son sustitutos perfectos entre ellos.

correspondiente a la prueba ZA. La hipótesis nula de la prueba KP, basada en el estadístico  $\text{Exp-}W_{FS}$ , es que la serie tiene una raíz unitaria y que no experimenta ningún quiebre.<sup>15</sup>

Las relaciones de largo plazo y la sincronización en los mercados cambiarios se evalúan usando la metodología de Johansen (1991). Esta metodología permite evaluar la existencia de relaciones de cointegración, i.e. relaciones de largo plazo, para grupos de series  $I(1)$  que idealmente se distribuyen de manera normal.<sup>16</sup> El número de relaciones de cointegración se estima mediante la estimación repetida de pruebas de cointegración para un mismo grupo de series. Particularmente, aquí se utilizan las pruebas de cointegración de la traza y del máximo eigenvalor con fines analíticos. Los estadísticos de dichas pruebas se construyen usando especificaciones y modelos VAR seleccionados con base en el Criterio de Información de Schwartz. La hipótesis nula de las dos pruebas es que no hay relaciones de cointegración.

La sincronización de largo plazo de los mercados cambiarios se cuantifica con base en la propuesta de Kasa (1992).<sup>17</sup> Su propuesta se sustenta en la contabilización de las relaciones de cointegración halladas en las series. Los grupos de series analizados aquí incluyen a: 1) todas las series; 2) las series asiáticas; y 3) las series latinoamericanas. Particularmente, el grado de sincronización de los mercados se cuantifica mediante porcentajes. Estos porcentajes muestran las relaciones de cointegración contabilizadas con respecto al máximo de relaciones posibles en un grupo de series. En este contexto, un porcentaje elevado de relaciones contabilizadas denota un nivel alto de sincronización de los mercados en el largo plazo.

Las funciones de impulso—respuesta se usan para estudiar la sensibilidad de los rendimientos cambiarios y las interdependencias de corto plazo de los mercados cuando hay choques estocásticos. El planteamiento sigue las propuestas de Soydemir (2000) y Canova (2005).<sup>18</sup> Particularmente, aquí se utilizan las funciones de impulso—respuesta para: 1) simular choques estocásticos sobre los rendimientos de los tipos cambiarios de los países asiáticos y latinoamericanos; 2) evaluar el impacto de un choque en un país sobre sus rendimientos cambiarios, i.e. la sensibilidad de los rendimientos; y 3) describir el mecanismo de transmisión de dicho choque sobre los rendimientos de los otros países, i.e. las interdependencias de corto plazo de los mercados.<sup>19</sup>

Metodológicamente, el estudio tiene algunas limitaciones que definen sus alcances y límites analíticos. Particularmente, la suposición de que los mercados bursátiles y cambiarios pueden analizarse de la misma manera puede ser cuestionable. Estadísticamente, las

---

<sup>15</sup> La prueba usada para evaluar la existencia de un quiebre mediante el estadístico  $\text{Exp-}W_{FS}$  es válida cuando el componente de ruido es integrado o estacionario (Kim y Perron, 2009). El estadístico  $\text{Exp-}W_{FS}$  se estima con base en la propuesta de Perron y Yabu (2009).

<sup>16</sup> Chan (2013) muestra que la metodología de Johansen es robusta ante la presencia de distribuciones no normales cuando el tamaño de las series es relativamente grande (más de 100 observaciones). Adviértase que las series analizadas en este estudio incluyen 3744 observaciones diarias.

<sup>17</sup> Kasa (1992) evalúa la sincronización de largo plazo de los mercados bursátiles de Alemania, Canadá, Estados Unidos, Inglaterra y Japón.

<sup>18</sup> Soydemir (2000) estudia los mecanismos de transmisión de choques estocásticos en Estados Unidos y su duración sobre los rendimientos de los mercados bursátiles de Argentina, Brasil, Chile y México. Canova (2005), por su parte, estudia los mecanismos de transmisión de choques monetarios de Estados Unidos sobre los tipos de cambio y otras variables macroeconómicas de ocho países latinoamericanos.

<sup>19</sup> Los principales supuestos usados aquí son los siguientes: 1) los errores estándar de respuesta se calculan usando el método analítico; y 2) los choques se estiman con el factor de Cholesky obtenido de la matriz de varianza—covarianza de los residuales. Véase Lütkepohl (2005) para una explicación del análisis de impulso—respuesta y del método de factorización de Cholesky.

estimaciones del orden de integración de las series y del número de relaciones de cointegración pueden depender de las pruebas utilizadas. Esta consideración es particularmente importante porque las funciones impulso—respuesta requieren que las series sean estacionarias (Lütkepohl, 2005). Además, las pruebas de cambio estructural endógeno suponen que las series solo podrían experimentar un único quiebre durante el periodo analizado (Zivot y Andrews, 1992; Kim y Perron, 2009).

Finalmente, debe enfatizarse que, pese a las limitaciones mencionadas, el estudio permite caracterizar los mercados y tipos cambiarios contemporáneos de Asia y Latinoamérica. En este contexto, la metodología permite analizar: 1) los mercados cambiarios y las dinámicas de los tipos de cambio de los países asiáticos y latinoamericanos desde una perspectiva comparada; 2) la existencia de movimientos y equilibrios de largo plazo en los tipos de cambio; 3) el grado de sincronización de largo plazo de los mercados cambiarios; 4) la sensibilidad de los rendimientos cambiarios y las interdependencias de corto plazo de los mercados cuando hay choques estocásticos; y 5) la existencia de cambios estructurales o de eficiencia informacional en los mercados cambiarios.

#### 4. Base de datos, análisis estadístico, confirmatorio y de cambio estructural.

En esta investigación se utilizan series diarias de los tipos de cambio spot de Argentina, Brasil, Chile, China, Colombia, Corea del Sur, India, Malasia, México y Tailandia entre el 5 de agosto de 2002 y 22 de enero de 2016.<sup>20</sup> Los tipos de cambio muestran los precios nominales de las monedas de los países analizados medidos en dólares estadounidenses. Particularmente, las series en niveles expresan cada tipo de cambio en términos del logaritmo natural del precio  $P$  de la moneda del país analizado en el día  $t$ ,  $\ln P_t$ . Así, la base de datos incluye diez series en niveles de 3744 observaciones diarias cada una. El Cuadro 1 muestra la estadística descriptiva y las pruebas de normalidad de las series en niveles.

	Argentina	Brasil	Chile	China	Colombia	Corea del Sur	India	Malasia	México	Tailandia
Promedio	-1.4113	-0.8028	-6.3102	-1.9517	-7.6809	-7.0031	-3.8939	-1.2370	-2.4808	-3.5597
Desv. Est.	0.3667	0.2357	0.1286	0.1145	0.1677	0.0943	0.1391	0.0909	0.1367	0.1246
Mediana	-1.3372	-0.7694	-6.2772	-1.9209	-7.6234	-7.0167	-3.8404	-1.2371	-2.4567	-3.5168
Máximo	-1.0143	-0.4280	-6.0658	-1.7986	-7.4125	-6.8033	-3.6655	-1.0727	-2.1972	-3.3539
Mínimo	-2.6310	-1.4296	-6.6330	-2.1137	-8.1298	-7.3592	-4.2313	-1.4949	-2.9300	-3.8040
Coef. Asim.	-1.1806	-0.5974	-0.6763	-0.3093	-0.5468	-0.1033	-0.7071	-0.2202	-0.3964	-0.4051
Curtosis	3.4104	2.5144	2.5470	1.4844	2.0872	3.3841	2.4172	2.1659	2.9890	1.7415
Jarque-Bera	896.0318	259.4476	317.3961	418.0287	316.5704	29.6722	364.9382	138.7747	98.0523	349.4667
P-value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Observaciones	3744	3744	3744	3744	3744	3744	3744	3744	3744	3744

Notas: Estadísticas descriptivas y pruebas de normalidad de las series en niveles. Las series en niveles expresan en terminos de logaritmos naturales a los valores de los tipos de cambio. Las series comprenden datos diarios del 05/08/2002 al 22/01/2016.

Fuente: Elaboración propia.

<sup>20</sup> Las monedas asiáticas y latinoamericanas fueron seleccionadas con base en la disponibilidad de datos en la plataforma Investing (<http://mx.investing.com/currencies/single-currency-crosses>). Las series incluidas refieren a los tipos de cambio más negociados en la economía global que no fueron sistemáticamente intervenidos durante el periodo analizado (salvo por el yuan chino).

El Cuadro 1 muestra las estimaciones de estadística descriptiva de las series en niveles de los tipos de cambio. Particularmente, las estimaciones muestran que, en promedio, los tipos de cambio asiáticos han sido más estables que los latinoamericanos. Las desviaciones estándar muestran que las monedas más estables han sido las de Malasia (0.0909) y Corea del Sur (0.0943); mientras que las más volátiles han sido las Argentina (0.3667) y Brasil (0.2357). La evidencia también muestra que las distribuciones de probabilidad de todas las series exhiben un sesgo negativo y que la gran mayoría son platicúrticas. Además, las pruebas de Jarque—Bera rechazan la hipótesis de normalidad para todas las series.

CUADRO 2. CORRELACIONES PAIRWISE.

	Argentina	Brasil	Chile	China	Colombia	Corea del Sur	India	Malasia	México	Tailandia
Argentina	<b>1.0000</b>									
Brasil	<i>0.2130</i>	<b>***</b>	<b>1.0000</b>							
Chile	<i>0.0859</i>	<b>***</b>	<i>0.8923</i>	<b>***</b>	<b>1.0000</b>					
China	<i>-0.7723</i>	<b>***</b>	<i>0.3648</i>	<b>***</b>	<i>0.4246</i>	<b>***</b>	<b>1.0000</b>			
Colombia	<i>-0.0845</i>	<b>***</b>	<i>0.8812</i>	<b>***</b>	<i>0.8863</i>	<b>***</b>	<i>0.6104</i>	<b>***</b>	<b>1.0000</b>	
Corea del Sur	<i>0.1097</i>	<b>***</b>	<i>0.2643</i>	<b>***</b>	<i>0.4030</i>	<b>***</b>	<i>-0.1594</i>	<b>***</b>	<b>1.0000</b>	
India	<i>0.9046</i>	<b>***</b>	<i>0.3826</i>	<b>***</b>	<i>0.2223</i>	<b>***</b>	<i>-0.6715</i>	<b>***</b>	<i>0.0461</i>	<b>***</b>
Malasia	<i>-0.1382</i>	<b>***</b>	<i>0.8052</i>	<b>***</b>	<i>0.8127</i>	<b>***</b>	<i>0.6491</i>	<b>***</b>	<i>0.9270</i>	<b>***</b>
México	<i>0.8014</i>	<b>***</b>	<i>-0.0748</i>	<b>***</b>	<i>-0.2034</i>	<b>***</b>	<i>0.7448</i>	<b>***</b>	<i>-0.2648</i>	<b>***</b>
Tailandia	<i>-0.5056</i>	<b>***</b>	<i>0.5878</i>	<b>***</b>	<i>0.6023</i>	<b>***</b>	<i>0.9140</i>	<b>***</b>	<i>0.7623</i>	<b>***</b>
	<i>0.0000</i>	<i>0.0000</i>								

Notas: Correlaciones pairwise de las series en niveles. Las series en niveles expresan en términos de logaritmos naturales a los valores de los tipos de cambio. Las correlaciones se denotan en itálicas y negritas. Los p-value se denotan en itálicas. Uno, dos y tres asteriscos denotan niveles de significancia, respectivamente, del 10, 5 y 1 por ciento.

Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro 2 muestra las correlaciones pairwise de las series en niveles agrupadas en pares. Las estimaciones muestran que hay correlaciones positivas y significativas para la mayoría de los pares. Así las correlaciones que destacan incluyen a: Argentina e India (0.9046); Argentina y México (0.8014); Brasil y Chile (0.8923); Brasil y Colombia (0.8812); Brasil y Malasia (0.8052); Chile y Colombia (0.8863); Chile y Malasia (0.8127); China y Tailandia (0.9140); y Colombia y Malasia (0.9270). Las correlaciones más bajas o no significativas corresponden a: Colombia e India (0.0461); Corea del Sur y México (0.0392); e India y Malasia (—0.0231). Estos resultados pueden interpretarse en términos de que los mercados latinoamericanos están más integrados que los asiáticos.

<b>CUADRO 3. PRUEBAS ADF DE LAS SERIES.</b>					
Serie	Niveles		Diferencias		I(d)
	P-value	Rezagos	P-value	Rezagos	
Argentina	0.99950	2	0.0000	1	1
Brasil	0.99890	2	0.0000	1	1
Chile	0.95960	0	0.0000	0	1
China	1.00000	1	0.0000	0	1
Colombia	0.99850	14	0.0000	13	1
Corea del Sur	0.40140	0	0.0000	11	1
India	0.71150	2	0.0000	1	1
Malasia	1.00000	4	0.0000	3	1
México	0.64270	8	0.0000	7	1
Tailandia	0.98700	2	0.0000	1	1

Notas: Pruebas ADF de las series en niveles y en diferencias. La hipótesis nula de la prueba ADF es que hay una raíz unitaria. Las pruebas asumen que la regresión de evaluación incluye una tendencia lineal e intercepto. El número de rezagos se estima con base en el Criterio de Información de Schwarz. El criterio de decisión de la prueba ADF supone un nivel de significancia del 5 por ciento. Los valores críticos se estiman con base en MacKinnon (1996). Las series en niveles expresan en terminos de logaritmos naturales a los valores de los tipos de cambio. Las series de diferencias son aquellas de los rendimientos diarios.

Fuente: Elaboración propia.

<b>CUADRO 4. PRUEBAS KPSS DE LAS SERIES.</b>					
Serie	Niveles		Diferencias		I(d)
	Estadístico	Estacionariedad	Estadístico	Estacionariedad	
Argentina	1.5561		0.1091	*	1
Brasil	1.6316		0.0693	*	1
Chile	1.1679		0.0462	*	1
China	1.0735		0.6262		
Colombia	1.2037		0.1054	*	1
Corea del Sur	0.4711		0.0547	*	1
India	1.4564		0.0293	*	1
Malasia	1.0418		0.1759		
México	0.2274		0.0758	*	1
Tailandia	1.1922		0.0737	*	1

Notas: Pruebas KPSS de las series en niveles y en diferencias. La hipótesis nula de la prueba KPSS es que hay estacionariedad. Las pruebas asumen que la regresión de evaluación incluye una tendencia lineal e intercepto. El asterisco denota estacionariedad bajo un nivel de significancia del 5 por ciento. El valor crítico asociado a las pruebas es 0.146. Las series en niveles expresan en terminos de logaritmos naturales a los valores de las variables originales. Las series de diferencias son aquellas de los rendimientos diarios.

Fuente: Elaboración propia.

Los Cuadros 3 y 4 muestran, respectivamente, las estimaciones de las pruebas de raíces unitarias y de estacionariedad sobre las series cambiarias. Los cuadros muestran que la mayoría de las series en niveles, de acuerdo a ambas pruebas, son I(1). Las excepciones se refieren a los tipos de cambio de China y Malasia. Estos resultados avalan que la mayoría de las series en niveles son elegibles para los análisis de cointegración. Desde una perspectiva financiera, los resultados implican que las dinámicas de los tipos de cambios de Argentina,

Brasil, Chile, Colombia, Corea del Sur, India, México y Tailandia podrían ser afectados de manera permanente por choques aleatorios. Asimismo, los resultados implican que los rendimientos cambiarios de dichos países podrían ser informacionalmente eficientes.

Los Cuadros 5 y 6 muestran las estimaciones de las pruebas de cambio estructural endógeno para las series en niveles. Se muestran las pruebas ZA y KP para diferentes supuestos sobre la localización del quiebre. Las estimaciones muestran que no hay evidencia de que los tipos de cambio hayan experimentado quiebres (i.e., no se rechaza la hipótesis nula en ningún caso). La evidencia, por tanto, no valida las hipótesis de que la Crisis Financiera Global o algún otro evento hayan inducido cambios estructurales permanentes en las dinámicas de los tipos de cambio. Más, aun, la evidencia confirma que la mayoría de los tipos de cambios son ineficientes y que sus rendimientos resultan eficientes.

**CUADRO 5. PRUEBA ZIVOT-ANDREWS DE CAMBIO ESTRUCTURAL ENDOGÉNO.**

País	Intercepto		Tendencia		Intercepto y Tendencia	
	Estadístico	Fecha	Estadístico	Fecha	Estadístico	Fecha
Argentina	-1.851	28/10/2013	-3.138	26/07/2012	-3.120	16/07/2012
Brasil	-0.888	17/03/2005	-2.644	25/02/2011	-2.644	29/11/2010
Chile	-2.626	18/10/2013	-3.054	14/09/2012	-3.108	29/06/2012
China	-0.672	27/04/2007	-1.791	09/05/2013	-1.818	18/03/2013
Colombia	-0.804	31/10/2013	-2.819	19/07/2013	-2.818	21/07/2013
Corea del Sur	-4.025	30/07/2008	-2.763	19/11/2004	-4.708	29/02/2008
India	-3.297	02/08/2011	-2.847	25/04/2007	-3.361	02/08/2011
Malasia	-0.886	29/10/2013	-2.951	08/04/2013	-2.984	18/03/2013
México	-2.134	05/07/2009	-2.953	02/12/2013	-3.181	25/09/2013
Tailandia	-2.592	02/06/2013	-2.298	18/09/2011	-2.696	23/02/2011

Notas: Prueba Zivot-Andrews de cambio estructural endogeno de las series en niveles. La hipótesis nula de la prueba es que no hay cambio estructural. El número de rezagos se estima con base en el Criterio de Información de Schwarz. El criterio de decisión de la prueba supone un nivel de significancia del 5 por ciento. Si se asume que la localización del quiebre se ubica en el intercepto, en la tendencia o en la tendencia y el intercepto, los valores críticos son, respectivamente, -4.80, -4.42 y -5.08. Las series en niveles expresan en terminos de logaritmos naturales a los valores de los tipos de cambio.

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 6. PRUEBA KIM-PERRON DE CAMBIO ESTRUCTURAL ENDOGÉNO.**

Serie	Fecha de quiebre	Rezagos óptimos de las primeras diferencias ( $\alpha$ )	Estadístico raíz unitaria	Observación de quiebre	Total de observaciones	Lambda	$T_{(\alpha-1)}$	Criterio de decisión
Argentina	15/12/2015	7	-2.3940	3717	3745	0.99	-4.62	No Rechazar H0
Brasil	09/10/2008	5	-1.2841	1613	3745	0.43	-4.28	No Rechazar H0
Chile	02/01/2011	5	-2.3542	2271	3745	0.61	-4.36	No Rechazar H0
China	19/07/2005	1	2.4665	771	3745	0.21	-5.19	No Rechazar H0
Colombia	05/03/2010	10	-1.1211	2109	3745	0.56	-4.36	No Rechazar H0
Corea del Sur	28/10/2008	10	-2.0392	1626	3745	0.43	-4.28	No Rechazar H0
India	18/05/2009	7	-2.7452	1770	3745	0.47	-3.85	No Rechazar H0
Malasia	17/05/2010	10	-0.5502	2075	3745	0.55	-3.85	No Rechazar H0
México	07/08/2009	8	-2.0807	1839	3745	0.49	-3.85	No Rechazar H0
Tailandia	11/11/2008	9	-1.7325	1636	3745	0.44	-4.28	No Rechazar H0

Notas: Prueba Kim-Perron de cambio estructural endogeno. La hipótesis nula de la prueba es que no hay cambio estructural. Las series empleadas para las estimaciones de las pruebas del modelo A2 fueron consideradas en niveles en logaritmos. Las fechas de quiebre fueron obtenidas al estimar los modelos A1-A3 propuestos por Kim y Perron (2009). El número de rezagos óptimos de las primeras diferencias de las variables dependientes fueron seleccionados mediante el criterio de información de Akaike modificado (MAIC), propuesto por Kim y Perron (2009). Los valores críticos  $T_{(\alpha-1)}$  fueron obtenidos de la Tabla IV.A de la distribución límite del modelo A propuestas por Perron (1989) considerando un nivel de significancia estadística del 10 por ciento.

Fuente: Elaboración propia.

## 5. Análisis de cointegración y de sincronización y funciones de impulso—respuesta.

En esta sección se evalúan: 1) la existencia de relaciones de largo plazo entre los tipos de cambio; 2) la sincronización de los mercados cambiarios; y 3) los efectos de choques estocásticos sobre los mercados. Particularmente, la evaluación de relaciones de largo plazo se sustenta en la metodología de Johansen (1991). Los grupos de series analizadas incluyen a: 1) todas las series; 2) las series asiáticas; y 3) las series latinoamericanas. Por simplicidad, las estimaciones se muestran en los cuadros 7, 8 y 9. Además, la sensibilidad de los rendimientos y las interdependencias de corto plazo de los mercados se estudian usando gráficos de las funciones impulso—respuesta. Los gráficos 1 y 2 muestran las funciones para las series de rendimientos  $I(0)$

El Cuadro 7 sintetiza los resultados de las pruebas de cointegración en las series cambiarias de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Corea del Sur, India, México y Tailandia.<sup>21</sup> Particularmente, las estimaciones sugieren que hay movimientos y equilibrios comunes de largo plazo en los tipos de cambio. Las pruebas de la traza y de máximo eigenvalor sugieren que hay al menos una relación de cointegración de un total de siete posibles.<sup>22</sup> Por tanto, las cifras sugieren que el grado de sincronización de largo plazo entre los mercados cambiarios latinoamericanos y asiáticos es bajo (14.3 por ciento). Por tanto, la evidencia sugiere que, en el largo plazo, podría no ser viable hacer operaciones de arbitraje usando monedas asiáticas y latinoamericanas.

Los Cuadros 8 y 9 sintetizan las estimaciones de las pruebas de cointegración para las series asiáticas y latinoamericanas, respectivamente. La contabilización de relaciones de cointegración sugiere que, en el largo plazo, los mercados cambiarios latinoamericanos están más sincronizados que los asiáticos. Particularmente, el grado de sincronización de los mercados latinoamericanos es de 25 por ciento; mientras que el grado estimado para los mercados asiáticos es igual a cero. Por tanto, la evidencia sugiere que es inviable hacer operaciones de arbitraje de largo plazo usando las monedas de Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México. Asimismo, sugiere que habría posibilidades de hacer ganancias de largo plazo mediante operaciones de arbitraje en los mercados de Corea del Sur, India y Tailandia.

---

<sup>21</sup> Adviértase que solo se incluyen las series de los tipos de cambio de aquellos países que eran elegibles para los análisis de integración de acuerdo a las pruebas de ADF y KPSS.

<sup>22</sup> El número máximo de relaciones de cointegración para un grupo de  $k$  series integradas de orden uno es  $k-1$ .

**CUADRO 7. PRUEBAS DE COINTEGRACIÓN PARA TODAS LAS SERIES.**

Relaciones de Cointegración	Estadístico			
	Traza	P-value	Máximo	P-value
Ninguna	225.4344	0.0000	74.0397	0.0001
A lo más 1	151.3946	0.0036	51.1982	0.0170
A lo más 2	100.1964	0.0851	34.8290	0.2078
A lo más 3	65.3673	0.2752	27.3222	0.2956
A lo más 4	38.0451	0.5703	15.7169	0.7644
A lo más 5	22.3281	0.5733	10.6947	0.7773
A lo más 6	11.6334	0.4822	6.6192	0.7157
A lo más 7	5.0141	0.2819	5.0141	0.2819

Notas: Pruebas de cointegración de Johansen para todas las series en niveles I(1). Las series analizadas refieren a Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Corea del Sur, India, México y Tailandia. La hipótesis nula es que no hay relaciones de cointegración. Los supuestos de las pruebas asumen que: 1) Las series no tienen ninguna tendencia lineal determinística; 2) la forma funcional de la ecuación de cointegración solo tiene intercepto; 3) la forma funcional del VAR no tiene intercepto; y 4) el VAR se estima considerando cero rezagos con base en el Criterio de Información de Schwartz. Los criterios de decisión de las pruebas de la traza y de máximo eigenvalor suponen un nivel de significancia del 5 por ciento. Los valores críticos se estiman con base en MacKinnon-Haug-Michelis (1999). Las series en niveles expresan en

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 8. PRUEBAS DE COINTEGRACIÓN PARA LAS SERIES ASIÁTICAS.**

Relaciones de Cointegración	Estadístico			
	Traza	P-value	Máximo	P-value
Ninguna	22.4778	0.5633	9.0483	0.9011
A lo más 1	13.4294	0.3305	7.9037	0.5593
A lo más 2	5.5256	0.2307	5.5256	0.2307

Notas: Pruebas de cointegración de Johansen para las series asiáticas en niveles I(1). Las series analizadas refieren a Corea del Sur, India y Tailandia. La hipótesis nula es que no hay relaciones de cointegración. Los supuestos de las pruebas asumen que: 1) Las series no tienen ninguna tendencia lineal determinística; 2) la forma funcional de la ecuación de cointegración solo tiene intercepto; 3) la forma funcional del VAR no tiene intercepto; y 4) el VAR se estima considerando cero rezagos con base en el Criterio de Información de Schwartz. Los criterios de decisión de las pruebas de la traza y de máximo eigenvalor suponen un nivel de significancia del 5 por ciento. Los valores críticos se estiman con base en MacKinnon-Haug-Michelis (1999). Las series en niveles expresan en términos de logaritmos naturales a los valores de los tipos de

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 9. PRUEBAS DE COINTEGRACIÓN PARA LAS SERIES LATINOAMERICANAS**

Relaciones de Cointegración	Estadístico			
	Traza	P-value	Máximo	P-value
Ninguna	132.404	0.0000	34.8058	0.0001
A lo más 1	77.7135	0.0001	28.5880	0.0015
A lo más 2	38.395	0.0218	22.2996	0.1055
A lo más 3	18.5254	0.0851	15.8921	0.1057
A lo más 4	4.7834	0.3080	9.1645	0.3080

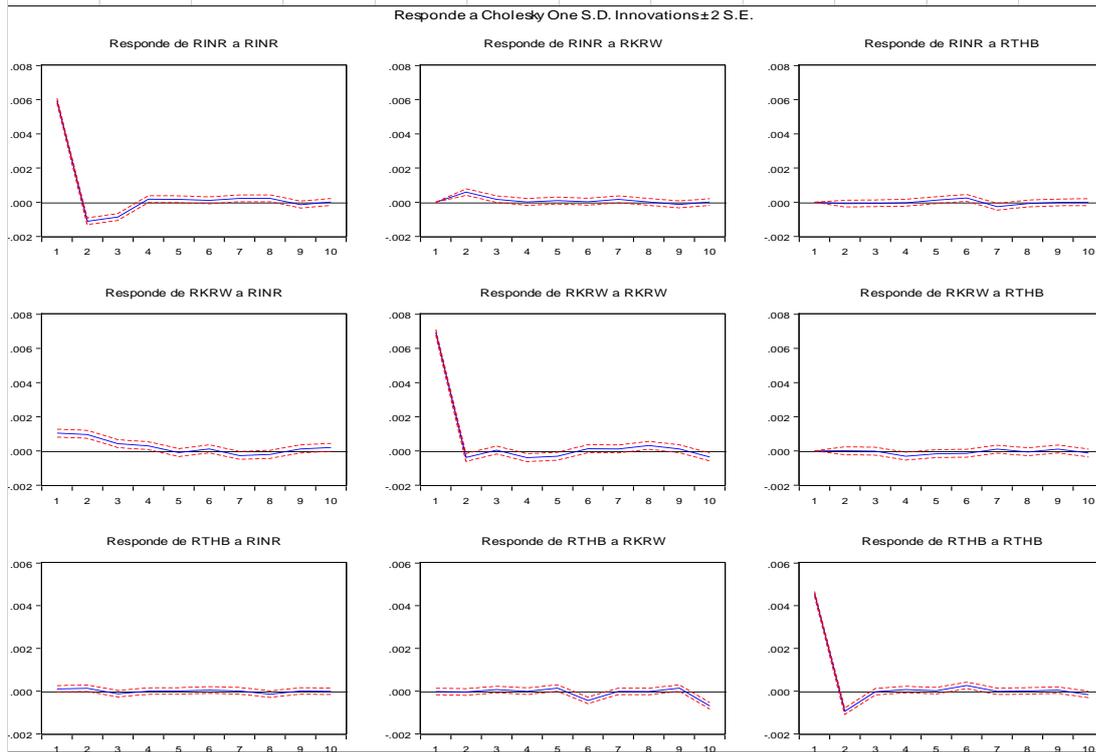
Notas: Pruebas de cointegración de Johansen para las series latinoamericanas en niveles I(1). Las series analizadas refieren a Argentina, Brasil, Colombia, Chile y México. La hipótesis nula es que no hay relaciones de cointegración. Los supuestos de las pruebas asumen que: 1) Las series no tienen ninguna tendencia lineal determinística; 2) la forma funcional de la ecuación de cointegración solo tiene intercepto; 3) la forma funcional del VAR no tiene intercepto; y 4) el VAR se estima considerando cero rezagos con base en el Criterio de Información de Schwartz. Los criterios de decisión de las pruebas de la traza y de máximo eigenvalor suponen un nivel de significancia del 5 por ciento. Los valores críticos se estiman con base en MacKinnon-Haug-Michelis (1999). Las series en niveles expresan en términos de

Fuente: Elaboración propia.

Los Gráficos 1 y 2 muestran la sensibilidad de los rendimientos cambiarios y las interdependencias de corto plazo entre los mercados cambiarios. Particularmente, el Gráfico 1 sugiere que los efectos de una revaluación inesperada del tipo de cambio de un país asiático pueden durar hasta cinco días. Asimismo, sugiere que los rendimientos de Corea del Sur son más sensibles ante choques estocásticos que sus contrapartes en India y Tailandia. El Gráfico 2, por su parte, sugiere que los efectos de una revaluación inesperada del tipo de cambio de un país latinoamericano pueden durar hasta diez días. Asimismo, sugiere que los rendimientos de Colombia son más sensibles ante choques que sus contrapartes en Argentina, Brasil, Chile y México.

Los Gráficos 1 y 2 también sugieren que los efectos de choques estocásticos no son iguales en Asia y en Latinoamérica. Particularmente, los gráficos muestran que las sensibilidades de los rendimientos son mayores en los mercados latinoamericanos que en los asiáticos. Asimismo, sugieren que las interdependencias de corto plazo entre las monedas latinoamericanas son mayores que las correspondientes a sus contrapartes asiáticas. En este contexto, los gráficos sugieren que una revaluación del peso chileno tiene efectos significativos sobre los mercados de Argentina, Brasil, Colombia y México. Asimismo, sugieren que una revaluación de la rupia hindú tiene efectos débiles, pero significativos, sobre los mercados de Corea del Sur y Tailandia.

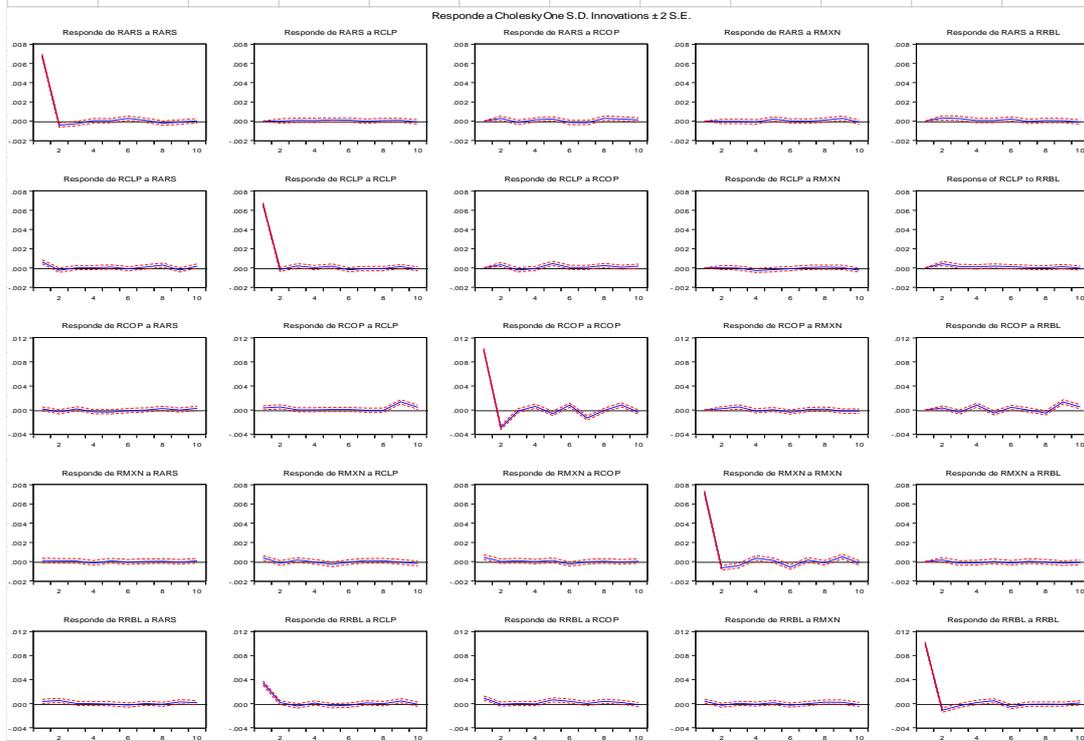
**GRÁFICO 1. FUNCIONES DE IMPULSO-RESPUESTA PARA LAS SERIES ASIÁTICAS DE RENDIMIENTOS.**



Notas: Funciones impulso-respuesta para las series asiáticas de rendimientos. Las series analizadas refieren a Corea del Sur (RKRW), India (RINR) y Tailandia (RTHB). Las estimaciones utilizan un horizonte de respuesta de 10 días. Los errores estándar de respuesta se calculan usando el método analítico (asintótico). Los choques se estiman con el factor de Cholesky obtenido de la matriz de varianza-covarianza de los residuales.

Fuente: Elaboración propia.

**GRÁFICO 2. FUNCIONES DE IMPULSO-RESPUESTA PARA LAS SERIES LATINOAMERICANAS DE RENDIMIENTOS.**



Notas: Funciones impulso-respuesta para las series latinoamericanas de rendimientos. Las series analizadas refieren a Argentina (RARS), Brasil (RRBL), Colombia (RCOP), Chile (RCLP) y México (RMXN). Las estimaciones utilizan un horizonte de respuesta de 10 días. Los errores estándar de respuesta se calculan usando el método analítico (asintótico). Los choques se estiman con el factor de Cholesky obtenido de la matriz de varianza-covarianza de los residuales.

Fuente: Elaboración propia.

## 6. Conclusiones y discusión.

En este estudio se han analizado econométricamente los mercados cambiarios y los tipos de cambio de cinco países asiáticos y cinco latinoamericanos. Particularmente, se han estudiado: 1) las características de los tipos de cambio de dichos países; 2) la existencia de cambios estructurales en las dinámicas de los tipos de cambio; 3) la sincronización de largo plazo de los mercados; y 4) los efectos de choques estocásticos sobre los rendimientos cambiarios. Se han utilizado análisis estadísticos, de cambio estructural endógeno y de cointegración y funciones de impulso—respuesta. El estudio ha usado tipos de cambio spot diarios de Argentina, Brasil, Chile, China, Colombia, Corea del Sur, India, Malasia, México y Tailandia, para el periodo comprendido del 5 de agosto de 2002 al 22 de enero de 2016.

Los hallazgos de los análisis estadístico, confirmatorio y de cambio estructural pueden sintetizarse de la siguiente manera: 1) los tipos de cambio asiáticos han sido más estables que los latinoamericanos; 2) Malasia y Corea del Sur han tenido las monedas más estables; 3) Argentina y Brasil han tenido las monedas más volátiles; 4) ninguno de los tipos de cambio se distribuye normalmente; 5) los mercados latinoamericanos están más integrados que los asiáticos; 6) la gran mayoría de las series de los tipos de cambio son  $I(1)$ ; 7) las series de China y Malasia constituyen las excepciones; y 8) la evidencia no valida las hipótesis de que la Crisis Financiera Global o algún otro evento hayan inducido cambios estructurales en las dinámicas de los tipos de cambio.

Los hallazgos de los análisis de cointegración y de sincronización y de las funciones de impulso—respuesta sugieren que: 1) hay movimientos y equilibrios comunes de largo plazo entre los tipos de cambio; 2) el grado de sincronización de largo plazo de los mercados latinoamericanos y asiáticos es bajo, 14.3 por ciento; 3) el grado de sincronización de los mercados latinoamericanos es de 25 por ciento; 4) no hay evidencia de sincronización de los mercados asiáticos; 5) un choque estocástico en un país latinoamericano tiene efectos de mayor magnitud y duración que un choque similar en un país asiático; y 6) las sensibilidades e interdependencias de corto plazo entre las monedas latinoamericanas son mayores que las correspondientes a sus contrapartes asiáticas.

Los hallazgos mencionados tienen implicaciones para el análisis de los mercados y tipos cambiarios de Asia y Latinoamérica. Particularmente, los hallazgos del análisis sugieren que los rendimientos de las monedas de Corea del Sur, India y Tailandia se comportan de manera eficiente informacionalmente. Los hallazgos del análisis de cointegración, por su parte, sugieren que es viable realizar operaciones de arbitraje de largo plazo usando únicamente monedas asiáticas. Asimismo, los mismos sugieren que en los mercados latinoamericanos no es viable realizar ganancias de manera consistente en el largo plazo. Además, los hallazgos del análisis de sincronización justifican la posibilidad de usar los tipos de cambio como instrumentos de política económica.<sup>23</sup>

Finalmente, debe enfatizarse que todavía se requieren más estudios sobre los mercados y tipos cambiarios de los países asiáticos y latinoamericanos. Estos estudios se requieren para

---

<sup>23</sup> Adviértase que la escasa sincronización de las series cambiarias en el largo plazo sugiere que hay margen para que los tipos de cambio se establezcan de manera relativamente discrecional. En este contexto, la existencia de series integradas de orden uno sugeriría que las políticas cambiarias podrían tener efectos permanentes sobre las dinámicas de los tipos de cambio.

entender los procesos de integración, de desarrollo económico y de estabilidad financiera de los mencionados países. Particularmente, faltan estudios empíricos referidos a: 1) La economía política de los regímenes cambiarios;<sup>24</sup> 2) la modelación de las dinámicas e interrelaciones de los mercados cambiarios con otros mercados financieros;<sup>25</sup> y 3) la evaluación de los modelos usados para pronosticar y describir los tipos de cambio.<sup>26</sup> Sin duda alguna, los mencionados estudios ayudarán a entender de mejor manera los regímenes cambiarios de los países en desarrollo y emergentes.

## **Bibliografía.**

Agénor, P.R. y Montiel, P.J. (2015): *Development Macroeconomics*, Cuarta edición, Princeton University Press, Princeton.

Aggarwal, R. y Kyaw, N.A. (2005): “Equity market integration in the NAFTA region: Evidence from unit root and cointegration tests”, *International Review of Financial Analysis*, 14(4), 393—406.

Andrade, R.P. y Magalhães—Prates, D. (2013): “Exchange rate dynamics in a peripheral monetary economy”, *Journal of Post Keynesian Economics*, 35(3), 399—416.

Athukorala, P.C. y Rajapatirana, S. (2003): “Capital inflows and the real exchange rate: A comparative study of Asia and Latin America”, *The World Economy*, 26(4), 613—637.

Ayayi, R.A. y Mougoué, M. (1996): “On the dynamic relation between stock prices and exchange rates”, *Journal of Financial Research*, 19(2), 193—207.

Bahmani—Oskooee, M. y Saha, S. (2015): “On the relation between stock prices and exchange rates: A review article”, *Journal of Economic Studies*, 42(4), 707—732.

BIS (2016): *Triennial Central Bank Survey: Foreign Exchange Turnover in April 2016*, Bank for International Settlements, Basilea.

Canova, F. (2005): “The transmission of US shocks to Latin America”, *Journal of Applied Econometrics*, 20(2), 229—251.

Cenedese, G., Payne, R., Sarno, L. y Valente, G. (2016): “What do stock markets tell us about exchange rates?”, *Review of Finance*, 20(3), 1045—1080.

Chan, F. (2013): *Advantages of Non-normality in Testing Cointegration Rank*, Bankwest Curtin Economics Centre-Curtin University, Perth.

---

<sup>24</sup> Véase Frieden (2008) para una introducción a la literatura teórica y empírica sobre la economía política de los regímenes cambiarios en los países en desarrollo.

<sup>25</sup> Si bien, hay estudios empíricos que analizan las relaciones entre los mercados cambiarios y bursátiles; hay menos estudios referidos a las relaciones de los mercados cambiarios con otros mercados financieros. Estos últimos estudios suelen vincularse al análisis de las condiciones internacionales de paridad y de las relaciones entre los regímenes cambiarios y el desempeño macroeconómico. Véase Eiteman, Stonehill y Moffet (2013) y Lahura y Vega (2013), respectivamente, para revisiones de dichos estudios.

<sup>26</sup> Véase Della Corte y Tsiakas (2012) y Mark y Sul (2012) para revisiones de la literatura de las metodologías y técnicas econométricas usadas para analizar los tipos de cambio.

Chinn, M.D. (2012): “Macro approaches to exchange rate determination”, en James, J.; Marsh, I. y Sarno, L. (eds.): *Handbook of Exchange Rates*, John Wiley & Sons, Hoboken, 45—71.

Della Corte, P. y Tsiakas, I. (2012): “Statistical and economic methods for evaluating exchange rate predictability”, en James, J.; Marsh, I. y Sarno, L. (eds.): *Handbook of Exchange Rates*, John Wiley & Sons, Hoboken, 221—263.

Edwards, S. (2011): “Exchange—rate policies in emerging countries: Eleven empirical regularities from Latin America and East Asia”, *Open Economies Review*, 22(4), 533—563.

Eiteman, D.K., Stonehill, A.I. y Moffett, M.H. (2013): *Multinational Business Finance*, Décimo tercera edición, Pearson, Upper Saddle River.

Fama, E.F. (1970): “Efficient capital markets: A review of theory and empirical work”, *Journal of Finance*, 25(2), 383—417.

Frankel, J.A. (2004): “Experience of and lessons from exchange rate regimes in emerging economies”, en Asian Development Bank (eds.) *Monetary and Financial Integration in East Asia: The Way Ahead Vol. 2*, Palgrave Macmillan, Nueva York, 91—138.

Frankel, J.A. y Rose, A.K. (1995): “Empirical research in nominal exchange rates”, en Grossman, G. y Rogoff, K. (eds.): *Handbook of International Economics Vol. 3*, North Holland, Amsterdam, 1689—1729.

Frankel, J.A. y Rose, A.K. (1996): “Currency crashes in emerging markets: An empirical treatment”, *Journal of International Economics*, 41(3), 351—366.

Frieden, J. (2008): “Globalization and exchange rate policy”, en Zedillo, E. (ed.): *The Future of Globalization: Explorations in Light of Recent Turbulence*, Routledge, Abingdon, 344—357.

Imbs, J. (2004): “Trade, finance, specialization and synchronization”, *Review of Economics and Statistics*, 86(3), 723—734.

Johansen, S. (1991): “Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian Vector Autoregressive models”, *Econometrica*, 59(6), 1551—1580.

Kaminsky, G.L. y Reinhart, C.M. (1998): “Financial crises in Asia and Latin America: Then and now”, *The American Economic Review*, 88(2), 444—448.

Kasa, K. (1992): “Common stochastic trends in international stock markets”, *Journal of Monetary Economics*, 29(1), 95—124.

Kearney, C. (2012): “Emerging markets research: Trends, issues and future directions”, *Emerging Markets Review*, 13(2), 159—183.

Keat, S.W. (2010): “The Global Financial Crisis: Impact on Asia and policy challenges ahead”, en Glick, R. y Spiegel, M.M. (eds.): *Asia and the Global Financial Crisis*, Federal Reserve Bank of San Francisco, San Francisco, 267—276.

Kim, D. y Perron, P. (2009): “Unit root tests allowing for a break in the trend function at an unknown time under both the null and alternative hypotheses”, *Journal of Econometrics*, 148(1), 1—13.

King, M.R. Osler, C. y Rime D. (2012): “Foreign exchange rate market structure, players and evolution”, en James, J.; Marsh, I. y Sarno, L. (eds.): *Handbook of Exchange Rates*, John Wiley & Sons, Hoboken, 3—44.

Kohler, M. (2010): “Exchange rates during financial crises”, *BIS Quarterly Review*, 15(1), 39—50.

Krugman, P. (2009): *The Return of Depression Economics and the Crisis of 2008*, W.W. Norton & Company, Nueva York.

Lahura, E. y Vega, M. (2013): “Regímenes cambiarios y desempeño macroeconómico: Una evaluación de la literatura”, *Revista Estudios Económicos*, (26), 101—119.

Lütkepohl, H. (2005): *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*, Springer—Verlag, Berlin—Heidelberg.

MacKinnon, J.G. (1996): “Numerical distribution functions for unit—root and cointegration tests”, *Journal of Applied Econometrics*, 11(6), 601—618.

MacKinnon, J.G., Haug, A.A. y Michelis, L. (1999): “Numerical distribution functions of likelihood ratio tests for cointegration”, *Journal of Applied Econometrics*, 14(5), 563—577.

Mark, N.C. y Sul, D. (2012): “When are pooled panel—data regression forecasts of exchange rates more accurate than the time—series regression forecasts?”, en James, J.; Marsh, I. y Sarno, L. (eds.): *Handbook of Exchange Rates*, John Wiley & Sons, Hoboken, 265—281.

Meese, R.A. y Rogoff, K. (1983a): “Empirical exchange rate models of the seventies: Do they fit out of sample?”, *Journal of International Economics*, 14(1), 3—24.

Meese, R.A. y Rogoff, K. (1983b): “The out—of—sample failure of empirical exchange rate models: Sampling error or misspecification?”, en Frenkel, J.A. (ed.): *Exchange Rates and International Macroeconomics*, Chicago University Press, Chicago, 67—112.

Moosa, I.A. y Bhatti, R.H. (2010): *The Theory and Empirics of Exchange Rates*, World Scientific Publishing, Singapur.

Narayan, P.K. y Smyth, R. (2004): “Is South Korea’s stock market efficient?”, *Applied Economics Letters*, 11(11), 707—710.

Ortiz, E., Cabello, A., de Jesús, R. y Johnson, R. (2005): “Exchange rates, market efficiency and purchasing power parity: Long—run tests for the Latin—American currencies”, *Problemas de Desarrollo: Revista Latinoamericana de Economía*, 36(141), 85—108.

Perron, P. (1989): “The Great Crash, the Oil Price Shock and the unit root hypothesis”, *Econometrica*, 57(6), 1361—1401.

Perron, P. y Yabu, T. (2009): “Testing for shifts in trend with an integrated or stationary noise component”, *Journal of Business and Economic Statistics*, 27(3), 369 —396.

Sachs, J.D. (1999): “Resource endowments and the real exchange rate: A comparison of Latin America and East Asia”, en Ito, T. y Krueger, A.O. (eds.): *Changes in Exchange Rates in Rapidly Developing Countries: Theory, Practice, and Policy Issues*, Chicago University Press, Chicago, 133—154.

Silvia, J. e Iqbal, A. (2011): “Profits: Mean diverting with high volatility”, *International Journal of Economics and Finance*, 3(2), 200—211.

Soydemir, G. (2000): “International transmission mechanism of stock market movements: Evidence from emerging equity market”, *Journal of Forecasting*, 19(3), 149—176.

Tanner, E. (2000): “Exchange market pressure and monetary policy: Asia and Latin America in the 1990s”, *IMF Economic Review*, 47(3), 311—333.

Thorbecke, W. (2016): “Exchange rates and production networks in Asia: A twenty—first century perspective”, *International Economic Journal*, 30(2), 217—230.

Vitale, P. (2007): “A guided tour of the market microstructure approach to exchange rate determination”, *Journal of Economic Surveys*, 21(5), 903 —934.

Zivot, E. y Andrews, D.K.W. (1992): “Further evidence on the Great Crash, Oil Price Shock and the unit root hypothesis”, *Journal of Business and Economic Statistics*, 10(3), 251 —270.

## APÉNDICE

### Series en niveles de los tipos de cambio asiáticos y latinoamericanos

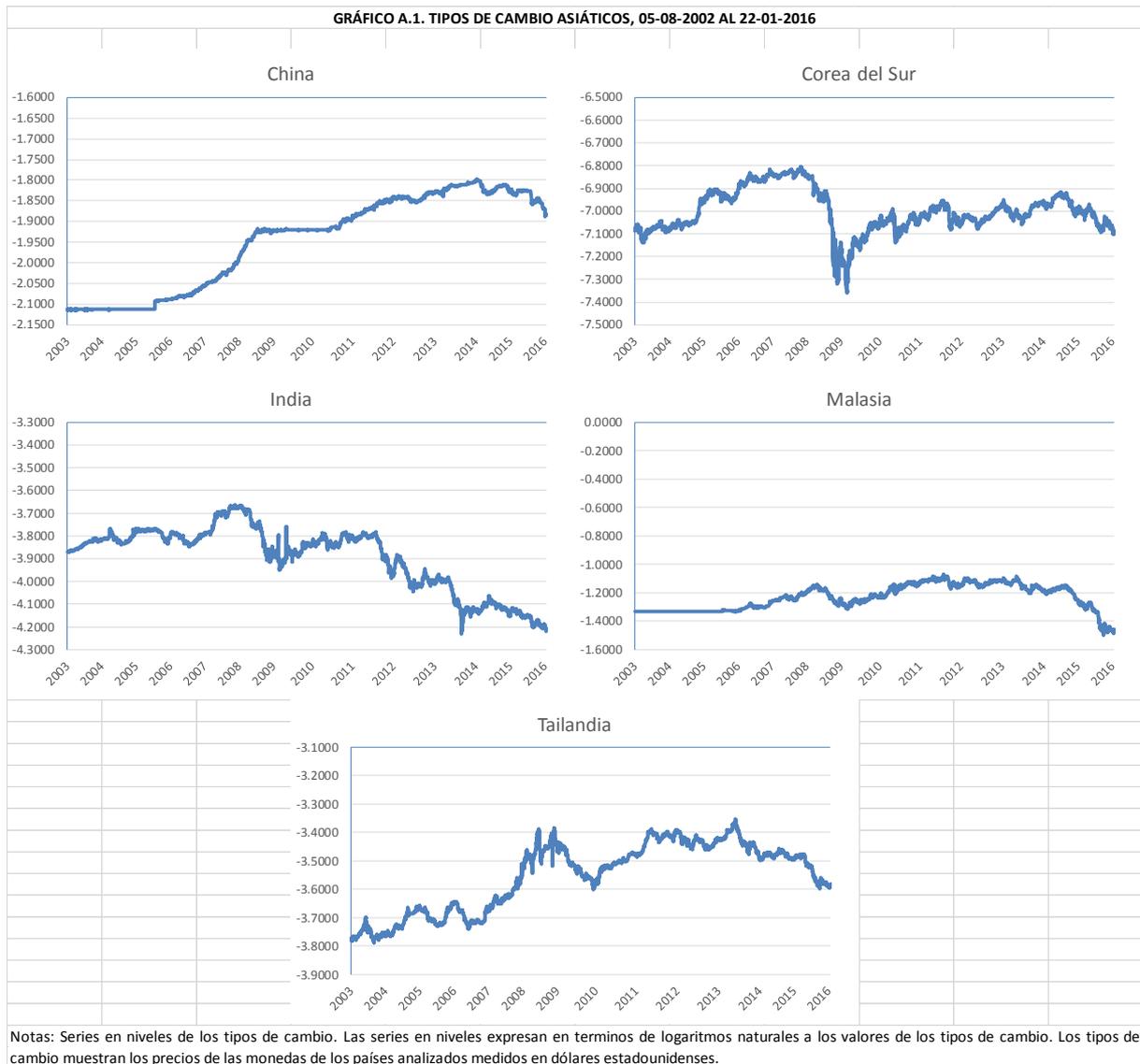
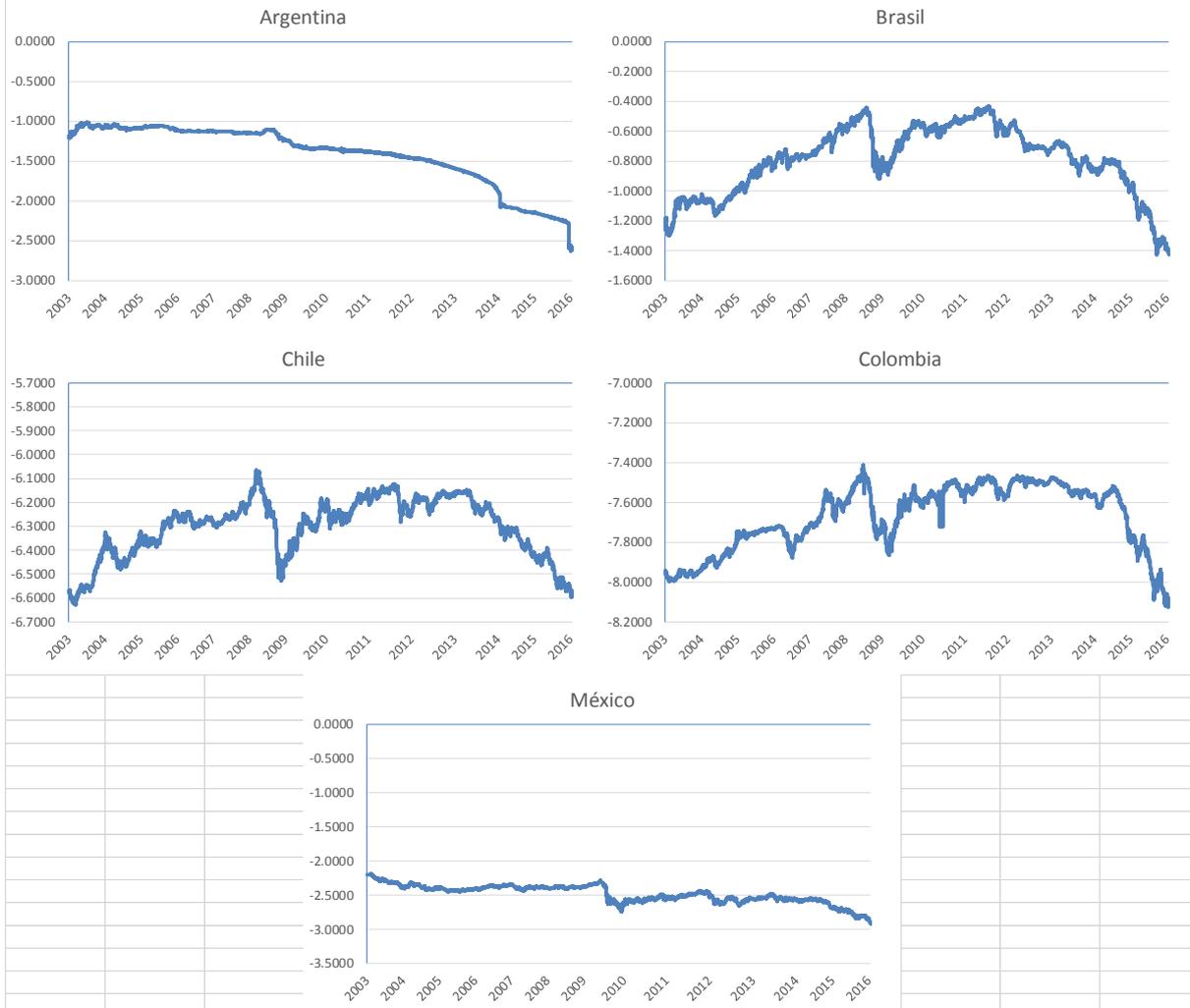


GRÁFICO A.2. TIPOS DE CAMBIO LATINOAMERICANOS, 05-08-2002 AL 22-01-2016



Notas: Series en niveles de los tipos de cambio. Las series en niveles expresan en terminos de logaritmos naturales a los valores de los tipos de cambio. Los tipos de cambio muestran los precios de las monedas de los países analizados medidos en dólares estadounidenses.

## Multi-Sectoral Analysis of Strategic Groups in Franchising: A Study in Italy

RAMÍREZ-HURTADO, JOSÉ M.

Departamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Historia Económica  
Universidad Pablo de Olavide (Spain)

E-mail: [jmramhur@upo.es](mailto:jmramhur@upo.es)

QUATTROCIOCCHI, BERNARDINO

Department of Management

Università degli Studi di Roma La Sapienza (Italy)

E-mail: [bernardino.quattrociochi@uniroma1.it](mailto:bernardino.quattrociochi@uniroma1.it)

### ABSTRACT

Franchising is a commercial form which enables firms to successfully penetrate the market and expand in an environment of growing global competitiveness. This form of business is present in many different activities and sectors, having its own characteristics and structures and significant differences among firms. It is therefore important to identify possible homogeneous groups of franchisors which share the same business strategies. This work is centred on the system of franchises in Italy. The figures about the high number of franchisors and franchised establishments, the quantity of chains operating over many years and the high penetration in the different sectors mean that franchising in Italy has a high degree of competitiveness and maturity. All this, along with the scarcity of studies about strategic groups in franchising in Italy, justifies this study. Specifically, the objectives are: 1) to identify the possible existence of strategic groups in Italys franchising system; 2) to carry out a multisectoral analysis of strategic groups to determine whether the same strategic groups exist in the different franchising sectors; and 3) to characterise the different strategic groups and show their most significant variables. The results indicate that the most numerous strategic group is made up of chains which fully trust the domestic market, so the majority have not undertaken a strategy of internationalisation. On the other hand, the least numerous strategic group is composed of chains which have grown rapidly. This reaffirms the degree of saturation of the franchising market in Italy, as there is a great number of brands but few franchised establishments. The results attained in this work allow an understanding of the keys to the success of franchises in the Italian market for the franchisors to be able to maintain their position or, contrariwise, make changes and reposition themselves.

**Keywords:** Strategic group; franchising; operational variables; principal component analysis; Italy.

**JEL classification:** M31; L29.

**MSC2010:** 62H25; 91C99.

Artículo recibido el 12 de enero de 2017 y aceptado el 08 de noviembre de 2017.

# Análisis multisectorial de grupos estratégicos en franquicias: un estudio en Italia

## RESUMEN

La franquicia es una forma comercial que permite a las empresas penetrar con éxito en el mercado y expandirse en un entorno de creciente competitividad global. Esta forma de negocio está presente en muchas actividades y sectores diferentes, con sus propias características y estructuras y diferencias significativas entre las empresas. Por lo tanto, es importante identificar posibles grupos homogéneos de franquiciadores que compartan las mismas estrategias comerciales. Este trabajo se centra en el sistema de franquicias en Italia. Las cifras sobre el alto número de franquiciadores y establecimientos franquiciados, la cantidad de cadenas que operan a lo largo de muchos años y la alta penetración en los diferentes sectores hacen que las franquicias en Italia tengan un alto grado de competitividad y madurez. Todo esto, junto con la escasez de estudios sobre grupos estratégicos en franquicias en Italia, justifica este estudio. Específicamente, los objetivos son: 1) identificar la posible existencia de grupos estratégicos en el sistema de franquicias de Italia; 2) llevar a cabo un análisis multisectorial de grupos estratégicos para determinar si existen los mismos grupos estratégicos en los diferentes sectores de franquicias; y 3) caracterizar los diferentes grupos estratégicos y mostrar sus variables más significativas. Los resultados indican que el grupo estratégico más numeroso está compuesto por cadenas que confían plenamente en el mercado interno, por lo que la mayoría no ha emprendido una estrategia de internacionalización. Por otro lado, el grupo estratégico menos numeroso está compuesto por cadenas que han crecido rápidamente. Esto reafirma el grado de saturación del mercado de franquicias en Italia, ya que hay un gran número de marcas pero pocos establecimientos franquiciados. Los resultados obtenidos en este trabajo permiten comprender las claves del éxito de las franquicias en el mercado italiano para que los franquiciadores puedan mantener su posición o, por el contrario, realizar cambios y reposicionarse.

**Palabras claves:** grupo estratégico; franquicia; variables operacionales; análisis de componentes principales; Italia.

**Clasificación JEL:** M31; L29.

**MSC2010:** 62H25; 91C99.



## 1. Introduction.

Franchising is a business agreement in which a firm (the franchisor) obtains a series of initial and periodic payments in exchange for allowing other firms (the franchisees) to offer their products and services under the same brand name and using their procedures (Combs et al., 2011). There is no doubt that franchising is a form of competitive strategy that enables firms to successfully penetrate the market and expand in an environment of growing global competitiveness.

Franchising is very important for the economies of many countries and attains very high levels. For example, during the last five years franchising in the USA has grown more strongly than other businesses. The annual sales in 2014 grew 5.4% with respect to the previous year, reaching \$890 billion. In 2014 the number of franchise outlets will increase by 12,209, or 1.6 percent, to 781,991 (IFA, 2015). Likewise, although employment growth has been subdued, growth remains high in the franchising sector. Indeed, franchising currently provides 8.8 million people with direct employment in the USA. In Italy, there were 941 brand names in 2014. This meant a total of 49,773 franchised establishments, providing a turnover of 23,221 million euros (Assofranchising Italia, 2015).

Franchising research has increased considerably in the past few years. However, the validity of many works can be put into question due to the heterogeneity of the data of their samples, which can limit the applicability of their results (Johnson & Alon, 2006). It must be taken into account that franchising is present in many different activities and sectors, having its own characteristics and structures and significant differences among firms. The selection of these important characteristics and structures make it possible to identify groups of firms which adopt more or less similar approaches to compete in the same sector. In this sense, the choice of a business strategy is very important for franchisors if they want to prosper in the sector. Business strategy refers to where and how the firm is competing in a particular industry or market (Grant, 2010).

It is therefore valuable to identify strategic groups in franchising. That is to say, possible homogeneous groups of franchisors that share the same business strategies.

Hatten and Hatten (1987) recognise that strategic groups may be a potentially powerful tool of strategic analysis which is useful to characterise firms, to value the efficacy of the strategic activities of numerous competing firms (beyond what the analysis of an individual firm allows), to summarise information and to spotlight key dimensions.

The first definition of a strategic group was proposed by Hunt (1972) when introducing this concept to refer to groups of firms which, within the same industry, develop similar behaviours across a series of key strategic dimensions. There are many strategies that a firm can follow to compete in the market and these may vary over time. Compared to a tactical decision, a strategic decision is characterised by its greater time scope, as it is implemented in the long term.

The identifying and analysis of strategic groups has been carried out in many industries, and franchising has not been alien to this type of studies. Carney and Gedajlovic (1991) were the first to apply this analysis in this sector. These authors identified five strategic groups based on thirteen operational variables grouped into seven strategic dimensions. New works on strategic groups in franchising appeared later (Castrogiovanni et al., 1995; López & Ventura, 2001; Inma & Debowski, 2006; Johnson & Alon, 2006; Navarro et al., 2006; Rondán et al., 2007). Two fundamental aspects can be highlighted from a thorough review of these works. On the one hand, the strategic groups identified do not totally coincide among the different studies, as there are differences in the configuration of the groups. On the other hand, it must be pointed out that in spite of franchising being spread across a great many countries of the five continents, this type of analysis has been carried out in few countries (Canada, the USA, Spain, Australia and Portugal). Castrogiovanni et al. (1995) propose doing more of this kind of research in different countries. Also, Garcia Lopes et al.

(2010) state that the study of strategies in franchising is relevant and enriching for the market.

This work thus contributes to the identification and analysis of strategic groups in franchising in Italy. This country's franchising system is significantly mature and this kind of study has not been carried out there. Data of the Italian Franchising Association (Assofranchising Italia, 2015) from the end of 2014 were used.

In general, this work's main aim is to analyse the existence of strategic groups in franchising. Specifically, the objectives are: 1) to identify the possible existence of strategic groups in Italy's franchising system; 2) to carry out a multisectoral analysis of strategic groups to determine whether the same strategic groups exist in the different franchising sectors; and 3) to characterise the different strategic groups and show their most significant variables.

Likewise, given that there is a significant gap between the data used in previous studies and those which this work has employed, the results obtained can be compared with those in the previous literature to determine if the strategic groups remain stable over time.

The fact that firms need to determine the factors of success justify carrying out this work. To do so enables firms to identify the activities where they must centre their marketing efforts to maintain or improve their competitive positioning.

This work is structured as follows. The general usefulness and applicability of strategic groups is tackled in the next section. Then the literature concerning strategic groups in franchising is reviewed. After this, there is a presentation of the methodology used. Next, the most significant results are commented on. Finally, the most important conclusions are presented, along with the work's limitations and future research lines.

## **2. Usefulness and applicability of strategic groups.**

Strategic planning is one of the pillars of an efficient administration of firms. There is no a single and definite definition of strategy (Mainardes et al., 2014). Kotler's description is one of the most accepted definitions of strategy (Kotler, 2002). He defined strategy as a general process to attain and maintain a viable congruity between the organisation's aims, skills and resources in order to take advantage of the opportunities which the market offers. Strategy is hence a global plan of the firm to deploy resources and capacities with which to establish a favourable position in the market. The most important resources and capacities are characterised as being long-lasting, difficult to identify, not easy to replicate and controlled by the firm (Grant, 1991).

For the strategy to be successful the firm has to carry out an effective implementation. To do so, it is necessary to define the long-term strategy and, according to the objectives, the competitive atmosphere must be understood and an objective assessment of the resources used has to be done (Grant, 1991).

Over the years, the analysis of strategic groups has become popular as a technique of analysis and strategic thinking. This growth has been encouraged by numerous authors who have attributed a broad range of benefits to this kind of analysis (Revuelto & Fernández, 2009). This type of analysis simplifies an industry's heterogeneity, as it allows a global idea of the sector to be obtained (Carroll et al., 1992) and identifies the differentiating features of distinct competitive behaviours (Hatten & Hatten, 1987). It also facilitates the study of competitiveness as it permits managers to prioritise their attention on the strategic movements of their closest competitors (Cool & Schendel, 1987).

This sort of analysis is also useful in that it furthers the analysis of the strengths and weaknesses of the firms of each strategic group (Aaker, 1988), as well as the threats and opportunities of the environment

which may influence them (Harrigan, 1985). All this forecasts the intensity with which firms can be affected by important changes in the environment. This analysis also lets firms discover new market niches.

Finally, it is necessary to show that this type of analysis explains the differences in the competitive behaviour of firms which are in the same industry through the study of each group's strategic dimensions (Peteraf & Shanley, 1997).

In any case, the identification of strategic groups requires two necessary and complementary conditions to be met (Nath & Gruca, 1997; Rondán et al., 2007):

- The variables or dimensions that define the strategy are really strategic and, as a result, cannot be modified in the short term. Modifying them would mean incurring high costs in the form of greater investments in both tangible resources (monetary, human, etc.) and intangible resources (learning, know-how, and so forth). When this is not the case, it is difficult for us to identify strategic groups within a sector, despite the results of using certain statistical techniques (factor analysis, cluster analysis, etc.) being able to indicate them (Nath & Sudharshan, 1994).

- The difficulty of modifying in a short period of time the variables that define business strategies must create among the different strategic groups mobility barriers which prevent or hinder the movement of firms from one group to another. Their main characteristic is that they are long lasting. That is to say, they are a source of competitive advantage for those members of the group which have them and they cannot be quickly obtained by those who make up other groups (Barroso et al., 2001).

To identify strategic groups, it is necessary to previously determine the characteristics which are appropriate to classify the franchisors into the different groups (Combs et al., 2004). To do so, it is fitting to examine two theories that aim to justify the reasons why a firm adopts a franchising system in order to operate: agency theory and resource scarcity theory (Combs & Ketchen, 2003). Each theory is made up of a different set of factors and is also dealt with separately in the literature (Carney & Gedajlovic, 1991).

According to agency theory, an agency relation exists when one party (the principal) delegates authority to a second party (the agent). In the case of franchising, the franchisor delegates the work to a franchisee through a contract. This is a classic case of an agency relationship, as there is a relationship between a chain's headquarters managers and a hired outlet supervisor (Garg et al., 2005). This theory is conceived as an intellectual framework. This is reflected in a contract which is ideal to obtain the agents' maximum performance when the principal cannot easily measure their performance and when the principal and the agent have different levels of tolerating risks.

Franchising encourages the franchisees to maximise their efforts as they must allocate their capital to open and manage their outlets (Brickley & Dark, 1987). Consequently, franchisors have less need to directly control their franchised outlets (Bradach, 1997), which is important due to the cost that control entails. Given that the parties normally have different aims, the principal must control the behaviour of the agents or offer them strong incentives in order for them to act in line with the principal's best interests.

Another theory which supports franchising is that of resource scarcity. On the basis of this theory it can be supposed that a firm adopts franchising due to not having the resources needed to grow through their own units (Díez & Rondán, 2004). According to this theory, the franchisees provide the franchisor with intellectual resources or financial resources or both (Ketchen et al., 2006). The increase of intellectual resources is important for the franchisors as this makes the chain grow and have well-managed units. The franchisors need financial capital in order to grow and this financial capital can be provided by the franchisees at a very low cost.

Overall, according to this theory, firms attain higher economic benefits because of disposing of distinctive or "special" resources and capacities. These resources can be a technical team, brand names and capital. The distinctive capacities refer to some firms counting on a specific know-how, having an appropriate capacity of organisation and management, dominating a specific technology, having efficient

procedures and, in general, knowing how to do specific things better than their competitors. According to this approach, the source of sustainable competitive advantage is their resources and, especially, their capacities (López & Ventura, 2001). In this way, a franchisor can achieve greater benefits if it has resources, such as a network of appropriate establishments via a suitable location of the franchised premises and capital coming from the fees established with the franchisees. Likewise, the franchisor must have a series of “special” capacities, such as dominating a specific technology, the capacity to appropriately train their franchisees and, in short, an ability to establish long-lasting and stable relations.

### 3. Strategic groups in franchising.

A great many works about the identifying and analysis of strategic groups applied to a broad variety of sectors can be found in the literature (Rondán et al., 2007; Rondán et al., 2010). Consequently, according to these authors, resource scarcity is a good reason to grow in franchising but not the only one. The application of strategic groups is to be seen in sectors as varied as banking, the retail trade, the construction, pharmaceutical and insurance sectors, etc.

Although strategic groups have been identified in different contexts of activity, Carney and Gedajlovic (1991) were the first to apply them to franchising. To do so, they used a sample of 128 Canadian franchisors which operated in Quebec in 1988. They measured 13 operational variables, grouped into 7 strategic dimensions. With these variables they identified five types of strategies that franchisors followed. This can be translated into five types of franchisors (Table 1).

**Table 1: Franchisors’ Strategic types by Carney and Gedajlovic (1991).**

Strategy	Characteristics
<i>Rapid Growers</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Their strategy is characterised by seeking rapid growth, carrying out a high number of yearly openings, both of franchised units and their own units.</li> <li>• They are young franchises (low seniority).</li> <li>• They have immediately adopted the franchising system.</li> </ul>
<i>Expensive conservatives</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• High cost of adhesion.</li> <li>• They are expensive franchises, as the values of the initial investment, the entry fees and the advertising fees required are the highest found among all the groups.</li> <li>• They are conservative franchisors due to their contracts being the longest in the groups studied.</li> </ul>
Converters	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The firms included in this group have the highest seniority.</li> <li>• They have developed a multichain strategy (own units) over a long time and have recently adopted franchising as a growth strategy.</li> <li>• They have grown slowly during the multichain period and much more quickly after expanding into franchising.</li> </ul>
Mature franchisors	<ul style="list-style-type: none"> <li>• They are the group of franchisors which have been longest in the franchising system.</li> <li>• Their seniority is high, although few years have passed since they began to adopt franchising in the sector.</li> <li>• They are franchising chains which have a greater number of outlets.</li> </ul>
Unsuccessful franchising	<ul style="list-style-type: none"> <li>• This group is the second youngest.</li> <li>• They swiftly adopt the franchising system as a growth strategy.</li> <li>• They have few of their own outlets. Their expansion is mainly through, which means that the percentage of franchised units is the highest in the groups considered.</li> <li>• It is the group which demands lowest fees, having very few adhesion requirements. However, their growth is low.</li> </ul>

Source: Rondán et al. (2006)

It can be noted that each strategic group has its own characteristics which mark how it acts in the market. For example, the rapid growth franchisors are those chains which have attained a high number of yearly openings, both of franchised outlets and their own outlets. They tend to be young franchises which have immediately adopted the franchising system.

Since the initial work of Carney and Gedajlovic (1991), other studies have appeared with the basic aim of identifying strategic groups in franchising but there have been differences both in the results obtained and in the countries of application. These works are summarised in Table 2.

**Table 2: Identification of strategic groups in franchising.**

Author	Country	Sample	Methodology	Strategic Groups Identified
Carney and Gedajlovic (1991)	Canada	128 franchisors	Principal Component Analysis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapid Growers</li> <li>• Expensive conservatives</li> <li>• Converters</li> <li>• Mature Franchisors</li> <li>• Unsuccessfuls</li> </ul>
Castrogiovanni, Bennett and Combs (1995)	USA	717 franchisors	Principal Component Analysis	They looked for franchisor types in the USA, confirming some of the groups of Carney and Gedajlovic (1991). The other groups are different.
López and Ventura (2001)	Spain	228 franchisors	Principal Component Analysis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emergent franchisors</li> <li>• Standardised franchisors</li> <li>• Traditional franchisors</li> <li>• International franchisors</li> <li>• Unsatisfactory</li> </ul>
Inma and Debowski (2006)	Australia	91 franchisors	Cluster analysis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beginners</li> <li>• Developing franchisors</li> <li>• Expansion franchisors</li> <li>• Mature franchisors</li> </ul>
Johnson and Alon (2006)	USA	261 franchisors	Cluster analysis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confederation form organisations</li> <li>• Carbon copy form organisations</li> <li>• Entrepreneurial form organisations</li> </ul>
Navarro, Díez and Rondán (2006)	Portugal	128 franchisors	Principal Component Analysis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Large and expensive franchisors, with a long contract</li> <li>• Highly experienced franchisors (consolidated)</li> <li>• Franchisors with high confidence in franchising</li> <li>• Mature and domestic franchisors</li> <li>• Franchisors with royalties</li> </ul>
Rondán, Navarro and Díez (2007)	Spain	140 franchisors	Principal Component Analysis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expensive Conservatives</li> <li>• Converters</li> <li>• Mature</li> <li>• Rapid Growers</li> </ul>

Source: Rondán et al. (2010)

A second study which deals with the topic of strategic groups in franchising was that of Castrogiovanni *et al.* (1995). These authors used a series of variables and measures that were very similar to those employed by Carney and Gedajlovic (1991), with a sample of 717 franchisors corresponding to 28 sectors of the USA. The results of Castrogiovanni *et al.* (1995) totally confirmed the strategies of “rapid growth franchisors” and “converters” and only partially – as this was not clearly noted - validated the strategy of “mature franchisors”. Nevertheless, the other two strategic groups (“expensive conservatives” and “unsuccessfuls”) were not corroborated.

The results of the rest of the studies are similar to those of these first two works. That is to say, the configuration of groups obtained does not correspond exactly among the different investigations. All this leads to the proposal of this work’s first hypothesis:

H1: *In the Italian franchising system there are different types or strategic groups of franchisors.*

Franchising is a kind of business which is applicable to very varied activities. This means that the franchising system is made up of different sectors with their own, unique characteristics. So, within each sector specific strategic groups can be identified whose nature varies according to the sector (Rondán et al., 2007). The causes of these changes in the composition of the groups can be due to external factors (environment) or internal factors (changes in strategic behaviours). Based on this argument, this work's second hypothesis is posited:

H2: *There are different strategic groups within each franchising sector in Italy.*

In brief, in view of the results obtained in these works there is a need for further research into the identifying and analysis of strategic groups in franchising. Additionally, to the best of our knowledge there are no works on the franchising market in Italy though franchising is firmly consolidated there.

#### **4. Methodology.**

This work has used a database provided by the Italian Franchising Association and by the Permanent Observatory on Franchising in Italy (OPF), made up of 942 chains. The data were obtained in the first months of 2015 and refer to the end of 2014.

The Italian Franchising Association and the Permanent Observatory on Italian Franchising annually publish a report on franchising in Italy based on the analysis of a yearly database of franchising data. The 2014 report noted a weak growth in the data following a long period of recession due to the economic crisis of the last few years. The annual database is an important asset of data and information which can be used to better understand the phenomenon of the evolution of franchising in Italy. The data gathering is carried out rigorously, following some of the following sources: 1) a questionnaire completed directly by the franchisor; 2) a questionnaire filled out by telephone via an interviewer; and 3) a questionnaire done from the data collection from the franchisor's official website when the franchisor had not sent all the data.

Databases have been frequently used in studies on franchising (Alon, 2001). Although including the data of franchisors in the bases is voluntary, many researchers point out that significant biases do not exist (Shane, 1996; Combs & Castrogiovanni, 1994), given the rigorous criteria for including the data of the franchisors and the fact that the yearbooks are validated by over 80% of the data.

Based on the information of the database, 13 indicators which define different strategic dimensions have been used in this work (Table 3). These strategic dimensions and operational variables have been adopted in the literature for the analysis of strategic groups in franchising (Carney & Gedajlovic, 1991; Castrogiovanni et al., 1995; López & Ventura, 2001; Navarro et al., 2006; Rondán et al., 2010). It is important to note that most of these aspects have been used by resource scarcity theory and agency theory, two of the main theoretical approaches in franchising research (Melo et al., 2015).

**Table 3: Strategic dimensions and operational variables.**

Strategic Dimensions	Operational Variables
A. Size	01. Number of outlets of the chain in the world 02. Number of outlets of the chain in Italy
B. Dispersion	03. Percentage of outlets in Italy of the total units 04. Minimum population required
C. Growth/Internationalisation	05. Franchised units in Italy opened per year (franchised units in Italy / years franchising).
	06. Franchised units outside Italy opened per year (franchised units outside Italy / years franchising).
D. Cost of adhesion (price of franchising)	07. Average investment that the candidate needs to be a franchisee.
	08. Entry Fee
	09. Royalty <sup>a</sup> (% monthly percentage of sales).
	10. Minimum surface of the premises (square metres).
E. Contract	11. Contract length <sup>b</sup> (years).
F. Vertical integration	12. Confidence in franchising (franchised units / total units).
G. Timing	13. Years franchising

<sup>a</sup>Following Rondán et al. (2006), the percentage of this quantity of total billing forecasted for the first year has been calculated to change the royalties, which are a fixed quantity, into percentages.

<sup>b</sup>Those chains which have an open-ended contract have been assigned with the most frequent value: 5 years.

Source: own elaboration based on the previous literature

Despite there being 942 chains in Italy, at the end of 2014 complete information could only be obtained from 360 chains – meaning 38.2%. However, given the rigorous procedure for getting the data from the database, we preferred to work with this percentage of reliable and real data instead of using a higher percentage which would have estimated data. To analyse the data a principal component factor analysis was carried out.

## 5. Results.

This work applied factor analysis to obtain the strategic groups. One of the requirements which the data must fulfil to be able to use factor analysis is for the variables to be highly correlated. This is why there tends to be a use of the KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) index and Bartlett's sphericity test. As the KMO value was 0.553, the decision to apply a factor analysis is acceptable<sup>1</sup>. Additionally, the p-value of Bartlett's sphericity test rejects the null hypothesis that the correlation matrix is an identity. Hence, it can be stated that the idea of applying a factor analysis is appropriate.

Having seen that it is feasible to apply factor analysis, the factors were extracted. To do so, the principal component extraction method was employed. To determine the number of factors, the own value criterion (the Kaiser test) was followed. The results showed that 5 components were extracted, explaining 72.31% of the total variance.

The varimax rotation method was used to facilitate the interpretation of the factors. Table 4 shows the factor loadings that enable us to interpret the components selected.

<sup>1</sup> The KMO measures the sampling adequacy (which determines if the responses given with the sample are adequate or not) which should be over 0.5 for a satisfactory factor analysis to proceed. Kaiser (1974) recommends 0.5 (value for KMO) as a minimum (barely accepted), values between 0.7-0.8 acceptable, and values above 0.9 are superb. Looking at the results, the KMO measure is 0.553, which is close to 0.5 and therefore can be barely accepted.

**Table 4: Rotated component matrix<sup>a</sup>.**

	Component				
	1	2	3	4	5
01 Number of outlets of the chain in the world	<b>0.9021</b>	-0.3163	-0.0216	0.1853	-0.0285
02 Number of outlets of the chain in Italy	<b>0.9231</b>	-0.0767	-0.0706	0.2554	-0.0141
03 Percentage of outlets in Italy of the total units	-0.0230	<b>0.9030</b>	-0.0193	0.0307	0.0407
04 Minimum population required	-0.1366	-0.0352	0.3810	0.0592	<b>0.7676</b>
05 Franchised units in Italy opened per year	<b>0.8371</b>	0.1263	0.0168	-0.1878	-0.1083
06 Franchised units outside Italy opened per year	0.3960	<b>-0.7826</b>	0.0829	-0.1106	-0.0747
07 Average investment that the candidate needs to be a franchisee	0.0659	-0.0370	0.3896	<b>0.7218</b>	-0.0573
08 Entry fee	-0.0655	-0.0098	<b>0.7536</b>	0.1919	0.0988
09 Royalty	0.0096	0.0014	<b>0.7759</b>	-0.0648	0.0597
10 Minimum surface of the premises	0.0055	-0.0094	0.0181	<b>0.8039</b>	-0.0724
11 Contract length	-0.0265	-0.0171	0.5293	0.1838	<b>-0.5849</b>
12 Confidence in franchising	0.0984	<b>0.7341</b>	0.0732	-0.3250	-0.1803
13 Years franchising	0.3770	-0.1121	-0.1103	<b>0.5070</b>	0.2282

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalisation.

<sup>a</sup>Rotation converged in 5, 9 and 6 iterations.

Source: own elaboration

Table 4 shows that the first component is related with the number of the chain's outlets, both in Italy and in the world, as well as the number of franchised units opened per year. The second component is connected with the percentage of shops located in Italy of the total of the chain, negatively with the franchised units opened outside Italy per year and having confidence in the franchise. The third and fourth components are related to the costs of adhesion to the franchise (investment, entry fee, royalties, the premises' minimum surface). Finally, the fifth component is connected with some possible entry barriers, such as the minimum population to be able to join the chain, as well as the short length of the contract.

Given that the data did not uphold the hypothesis of normality, the Kruskal-Wallis test was used to determine if there are significant differences between the different groups. The results showed significant differences between the groups for operational variables. For that reason, in view of all the previous results it can be deduced that there are various strategic groups in franchising in Italy. This confirms H1.

Following the methodology of Rondán et al. (2010), once the groups have been identified, to correctly interpret them each franchisor was classified into each one of the groups, based on the highest factor score attained in the resulting factors. Moreover, the number of chains that makes up each group was obtained, as well as the average value in each group (Table 5). It can be seen that what most predominates in franchising in Italy are the chains belonging to strategic group 2, followed by those which belong to group 5.

**Table 5: Size of each strategic group and average of operational variables.**

Operational variables		Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Total
01	Number of outlets of the chain in the world	<b>352.86</b>	33.51	40.97	125.59	47.58	90.03
02	Number of outlets of the chain in Italy	<b>288.93</b>	33.15	31.59	109.48	43.00	77.32
03	Percentage of outlets in Italy of the total units	89.01	<b>99.08</b>	87.84	89.92	92.36	93.28
04	Minimum population required	25,988.37	25,169.23	50,344.83	34,008.93	<b>76,130.14</b>	41,031.94
05	Franchised units in Italy opened per year	<b>17.89</b>	3.78	2.54	2.99	2.46	4.88
06	Franchised units outside Italy opened per year	3.28	<b>0.04</b>	0.92	0.77	0.36	0.75
07	Average investment that the candidate needs to be a franchisee	57,113.95	33,809.62	124,077.59	<b>201,712.50</b>	46,991.30	79,927.54
08	Entry fee	3,516.28	4,416.54	<b>22,118.88</b>	5,542.86	4,617.12	7,376.93
09	Royalty	0.94	0.44	<b>4.79</b>	0.78	0.69	1.30
10	Minimum surface of the premises	69.47	75.71	115.66	<b>365.36</b>	75.17	126.35
11	Contract length	4.77	4.87	6.76	5.61	<b>4.04</b>	5.11
12	Confidence in franchising	79.80	<b>91.88</b>	71.17	57.36	63.81	76.04
13	Years franchising	15.42	9.62	9.69	<b>17.73</b>	13.23	12.32
14	Size of each group	43 (11.94%)	130(36.11%)	58(16.11%)	56(15.56%)	73(20.28%)	360

Source: own elaboration

A factor analysis was applied to the data of each sector in order to check if there are also different strategic groups among the different sectors. Although the Italian Franchising Association has data disaggregated into seven sectors, in this work the franchisors were grouped into three large sectors in order to have groups with a high sample size: products for people and homes, business and services. Once the KMO index values and Bartlett's sphericity test showed the suitability of being able to apply a factor analysis and after applying a varimax rotation, the factors which appear in Table 6 were obtained. In this table it can be seen that there are different strategic groups by sector, though there are notable differences in the configuration of each group. Based on these results, it can be stated that this study's hypothesis H2 has been verified.

**Table 6: Rotated component matrix by sectors<sup>b</sup>.**

Accessories for people and house		Trade		Service	
Factor 1	Factor loadings	Factor 1	Factor loadings	Factor 1	Factor loadings
01. Number of outlets of the chain in the world	0.945	01 Number of outlets of the chain in the world	0.899	01 Number of outlets of the chain in the world	0.850
02 Number of outlets of the chain in Italy	0.966	02 Number of outlets of the chain in Italy	0.909	02 Number of outlets of the chain in Italy	0.937
05 Franchised units in Italy opened per year	0.889	05 Franchised units in Italy opened per year	0.711	05 Franchised units in Italy opened per year	0.900
06 Franchised units outside Italy opened per year	0.696	13 Years franchising	0.570		
<b>Factor 2</b>		<b>Factor 2</b>		<b>Factor 2</b>	
03 Percentage of outlets in Italy of the total units	-0.675	07 Average investment that the candidate needs to be a franchisee	0.839	03 Percentage of outlets in Italy of the total units	0.897
07 Average investment that the candidate needs to be a franchisee	0.787	10 Minimum surface of the place	0.833	06 Franchised units outside Italy opened per year	-0.822
10 Minimum surface of the place	0.598	12 Confidence in franchising	-0.630	12 Confidence in franchising	0.804
12 Confidence in franchising	-0.680				
13 Years franchising	0.572				
<b>Factor 3</b>		<b>Factor 3</b>		<b>Factor 3</b>	
08 Entry fee	0.595	03 Percentage of outlets in Italy of the total units	0.896	04 Minimum population required	0.691
09 Royalty	0.781	06 Franchised units out of Italy opened per year	-0.848	08 Entry fee	0.636
				09 Royalty	0.782
<b>Factor 4</b>		<b>Factor 4</b>		<b>Factor 4</b>	
04 Minimum population required	-0.636	08 Entry fee	0.558	07 Average investment that the candidate needs to be a franchisee	0.686
11 Contract length	0.732	09 Royalty	0.819	10 Minimum surface of the place	0.873
		11 Contract length	0.808		
<b>Factor 5</b>		<b>Factor 5</b>		<b>Factor 5</b>	
		04 Minimum population required	0.788	11 Contract length	0.564
				13 Years franchising	0.796

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalisation.

<sup>b</sup>Rotation converged in 5, 9 and 6 iterations.

Source: own elaboration

## 6. Conclusions, limitations and future research.

This work contributes to the literature on strategic groups in franchising. Two general conclusions can be drawn from the results. On the one hand, in the franchising system in Italy there are different strategic groups which behave similarly over a series of key strategic variables. On the other hand, in the

franchising sectors in Italy there are also different types of franchisors according to the strategy that they follow. This means that franchisors in Italy are heterogeneous. Each strategic group is made up of a series of operational strategic variables which makes it different from the rest of the strategic groups.

Specifically, in franchising in Italy we find five strategic groups:

- Strategic group 1. This group can be called “rapid growth franchisors”, as it is very similar to that which exists in some works in the previous literature (Carney & Gedajlovic, 1991; Castrogiovanni et al., 1995; Rondán et al., 2007). It is the smallest group (11.94%). They are franchises with a high number of outlets opened per year, which allows them to have a great number of outlets both in Italy and in the rest of the world. They are franchises which have been in franchising for a long time, but their strategy has been to grow in franchising. With the aim of attracting potential franchisees, they have low entry fees and royalties in comparison to other groups. They also stand out for being franchisors which have used an internationalisation strategy, as it is the group which has the greatest number of franchised outlets outside Italy.

- Strategic group 2. This is the largest group (36.11%). These are firms that have a small number of outlets but which have a high percentage of franchised outlets of the total of outlets. Furthermore, it is the group with the lowest level of internationalisation. Therefore they are firms which have a great confidence in franchising at the domestic level. To stand out in the national market they specify a low investment for the opening of an outlet, as well as the lowest royalties of all the groups. The franchisors in this group do not correspond totally with any of those in the previous literature, although they partially coincide with the franchises centred on the domestic market in Portugal found by Navarro et al. (2006). In the case of Italy they can be called “domestic franchises”. Having a high number of franchised establishments, this group can also partially coincide with that identified by Combs et al. (2004), called resource scarce franchisors, characterised by making an intense use of the franchise to obtain knowledge of the market and to decrease the agency costs associated with the opening of new establishments.

- Strategic group 3. These are franchisors which demand very high economic conditions (entrance fee and royalties), which is why they can be called “expensive franchisors”, the same as the denomination that exists in the previous literature (Carney & Gedajlovic, 1991; Navarro et al., 2006; Rondán et al., 2007). It is the third largest group (16.11%). This is the group with the second largest investment needed to open a franchised outlet. It is also the group with the longest contracts, perhaps as a consequence of mitigating the payments required. In this way the franchisee has a greater guarantee of recuperating its capital invested. Furthermore, having a longer contract fulfils the franchise’s premise of setting up stable and long-lasting relations. It is also the group which has the least number of outlets.

- Strategic group 4. This group stands out for being made up of franchises which require a high investment to open an outlet. Moreover, the minimum surface of the outlet is the highest of all the groups, which is an entry barrier for many potential franchisees. This means that they are franchises with a low number of outlets compared to the firm’s total outlets. They are firms which have been franchising for many years and accordingly know the market perfectly well. It is the fourth largest group (15.56%). This group can be assimilated to what in the previous literature has been called “conservative franchisors” (Carney & Gedajlovic, 1991).

- Strategic group 5. These are franchises which stand out for requiring a high population to open an outlet and for offering a short contract. This is the second largest group (20.28%). They do not have many outlets, nor do they demand high payments. They are chains that have been in the franchising system for quite a time. Given that this type of franchises is partially similar to those traditionally defined in some works of the previous literature (López & Ventura, 2001) as unsuccessful franchises (Carney & Gedajlovic, 1991; López & Ventura, 2001), they can be called “traditional franchises with little success”.

Of all the configurations obtained, strategic group 2 - made up of “domestic franchises” - must be underscored, as it is the most numerous group. This shows that the franchisors which operate in Italy have strong confidence in the Italian market. This can be due to a great extent to the structure of the retail trade in Italy. When Italy’s industrial and business system is compared to that of other European countries, two main characteristics of the Italian business structure are clearly noted: a high number of firms and the small size of most of them. This fragmented structure of the Italian production and distribution system has meant that franchising has been quickly chosen as a distribution mechanism (Ramírez & Quattrociocchi, 2009). This moreover brings about strong confidence in Italian franchising.

This result of confidence in franchising also corroborates the principles of agency theory and resource scarcity theory in franchising. Agency theory defends franchising as a way of business expansion. Through the franchising system, the franchisee has more incentives to maximise its efforts than in other systems of business expansion, as it is less induced to act opportunistically vis-à-vis the franchisor’s interests. This situation is due to the franchisee being the owner of an outlet in which it has made significant investments of capital and time (Baena, 2010; Brickley & Dark, 1987). The groups obtained are to a greater or lesser extent consistent with agency theory as the non-utilisation of the franchise could enormously increase the costs of supervision, as Combs et al. (2004) point out. Franchising also enables both the franchisor and the franchisee to share the risk of the franchised units. The franchisees take on risks because their personal wealth and their human capital are linked to a franchised outlet. However, the franchisee reduces its hypothetical risk by making use of the franchisor’s good business concept (Roh, 2002). Therefore, it also seems a good option to expand in the market through franchised units, as is shown in this work.

The results of this work are also supported by resource scarcity theory. This upholds that franchisors adopt franchising as a means of business development, mainly because they do not have sufficient own resources and wish to take advantage of those provided by franchisors (Sigué & Rebolledo, 2004). In this way, small franchisors with low capital can avoid the need to invest large quantities of their capital to expand their business model (Roh, 2002). With resource scarcity theory, entrepreneurs become franchisees to supply knowledge concerning the local market. According to this theory, the franchisors tend to maintain the possession of the company, buying back franchised establishments that are not very profitable (Combs et al., 2011). According to the results attained in this study, the most numerous strategic group in Italy is number 2, in which the chains have few own outlets compared to franchised outlets. This situation is hence endorsed in resource scarcity theory, as the franchisors use the contribution of the franchisees to expand their network.

Grant (1991) considers that the resources and capacities of a firm are the first sources for its profitability. So, for franchising chains to be able to establish a successful strategy they have to understand the relations between resources, capacities, competitive advantage and profitability, as well as to comprehend the mechanisms through which competitive advantage can be sustained over time.

To identify strategic groups it is necessary to previously identify the characteristics which lead franchisors to belong to one of the groups (Combs et al., 2004). In this case, it is important to point out that the majority of the variables used are easily manipulated by the management of the firm, which enables the strategy to follow to be able to change in a specific period of time.

To sum up, this work contributes information of great importance in order to analyse the competitive structure of franchising in Italy. The existence of different types of franchisors and the knowledge of different strategies is very useful both for the franchisors and for the franchisees.

Since franchising began, this way of doing business has been growing exponentially in many countries. Yet, research in the topic has perhaps not grown at the same rate. In some countries franchising is more consolidated than in others. There are also some countries where this business system is rarely

found. Therefore, studies which show the reality of franchising in many countries are needed. This work contributes to this and is a pioneer in the research on strategic groups in franchising in Italy.

Like all research, this work also has its limitations and these can help to orientate future research lines. Though the sample size is higher than almost all those used in previous works on franchising, it would be advantageous to increase this size in order to improve the validity of the results. The operational variables used are another important limitation. The work has employed practically the same operational variables utilised in the previous literature. This enables a comparison to be made between the different works, but it would be fitting to also use other variables, such as results or even satisfaction.

With respect to future research lines, apart from those stemming from the study's limitations, it would also be interesting to compare the strategic groups among countries with different levels of development in franchising. Also, from the economic point of view it would be interesting to study the profitability of the strategic groups identified.

### **Acknowledgment**

The authors would like to acknowledge the two anonymous reviewers for their relevant comments that have contributed to significantly improve the paper.

### **References**

- Aaker, D.A. (1988). *Developing Business Strategies*. New York: John Wiley & Sons.
- Alon, I. (2001). The use of franchising by U.S.-based retailers. *Journal of Small Business Management*, 39(2).
- Assofranchising Italia. (2015). [www.assofranchising.it](http://www.assofranchising.it)
- Baena, V. (2010). Teorías y líneas de investigación en el sistema de la franquicia: una revisión desde los años 60 hasta 2009. *Cuadernos de Gestión*, 10(2), 43-66.
- Barroso, C., Casillas, J. & Moreno, A. (2001). *Los grupos estratégicos en el sector minorista: El caso de Andalucía*. Non idem iterum semper novum. Seville: Digital@tres.
- Bradach, J.L. (1997). Using the Plural Form in the Management of Restaurant Chains. *Administrative Science Quarterly*, 42, 276-303.
- Brickley, J.A. & Dark, F.H. (1987). The choice of organisational form: the case of franchising. *Journal of Financial Economics*, 18, 401-420.
- Carney, M. & Gedajlovic, E. (1991). Vertical integration in franchise systems: Agency theory and resource explanations. *Strategic Management Journal*, 12(8), 607-629.
- Carroll, C., Lewis, P.M. & Thomas, H. (1992). Developing Competitive Strategies in Retailing. *Long Range Planning*, 25(2), 81-88.
- Castrogiovanni, G.J., Bennett, N. & Combs, J.G. (1995). Franchisor types: Reexamination and Clarification. *Journal of Small Business Management*, 33(1), 45-55.
- Combs, J.G. & Castrogiovanni, G.J. (1994). Franchisor strategy: A proposed model and empirical test of franchise versus company ownership. *Journal of Small Business Management*, 32(2), 37-48.

- Combs, J.G. & Ketchen, D.J. (2003). Why do firms use franchising as an entrepreneurial strategy? A meta-analysis. *Journal of Management*, 29(3), 443-465.
- Combs, J.G., Ketchen, D.J. & Hoover, V.L. (2004). A strategy groups approach to the franchising-performance relationship. *Journal of Business Venturing*, 19(6), 877-897.
- Combs, J.G., Ketchen, Jr., D.J., Shook, C.L. & Short, J.C. (2011). Antecedents and consequences of franchising: Past accomplishments and future challenges. *Journal of Management*, 37(1), 99-126.
- Cool, K. & Schendel, D. (1987). Strategic group formation and performance: The case of the U.S. Pharmaceutical industry 1963–1982. *Management Science*, 33(9), 1102–1124.
- Díez, E.C. & Rondán, F.J. (2004). La investigación sobre franquicia. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 10(3), 71–96.
- Garcia Lopes, H.E., Naves Moura, T. & Gianinni Oliveira, C.C. (2010). Strategic profiles in Brazil: a study of postal agents franchisees from the typology of Miles and Snow. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 12(57), 388-404.
- Garg, V.K, Rasheed, A.A. & Priem, R.L. (2005). Explaining franchisors' choices of organization forms within franchise systems. *Strategic Organization*, 3(2), 185-217.
- Harrigan, K.R. (1985). An application of clustering for strategic group analysis. *Strategic Management Journal*, 8, 55-73.
- Hatten, K.C. & Hatten, M.L. (1987). Strategic groups, asymmetrical mobility barriers and contestability. *Strategic Management Journal*, 8, 329-342.
- Hunt, M. (1972). Competition in the major home appliance industry 1960–1970. Ph. D. dissertation, Harvard University.
- IFA (2015). Educational Foundation 2010 franchise business economic outlook. Price Waterhouse Coopers, 1–13.
- Inma, C. & Debowski, S. (2006). Analysis of Franchise Performance through Use of a Typology: An Australian Investigation. *Singapore Management Review*, 28(2), 1-30.
- Johnson, J. & Alon, I. (2006). *How do international franchisors cluster*, in Alon, I. 2006. Service franchising. A global perspective. New York: Springer, 93-138.
- Kaiser, H.F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39(1), 31-36.
- Ketchen, D.J., Combs, J.G. & Upson, J.W. (2006). When does franchising help restaurant chain performance? *Cornell Hotel and Restaurant Administrative Quarterly*, 47(1), 14–26.
- Kotler P. (2002). *Dirección de marketing, conceptos esenciales*. Mexico: Pearson Editorial.
- López, B. & Ventura, J. (2001). Grupos Estratégicos en las Franquicias Españolas. *Economía Industrial* 340, 163-176.
- Mainardes, E.W., Ferreira, J.J. & Raposo, M.L. (2014). Strategy and strategic management concepts: are they recognised by management students? *E+M Economics and Management*, 17(1), 43–62.

- Melo, P.L. de R., Borini, F.M., Oliveira Junior, M. de M. & Parente, R.C. (2015). Internationalization of Brazilian franchise chains: a comparative study. *RAE-Revista de Administração de Empresas*, 55(3), 258-272.
- Nath, D. & Gruca, T. (1997). Convergence across alternative methods for forming strategic groups. *Strategic Management Journal*, 15(1), 43-61.
- Nath, D. & Sudharshan, D. (1994). Measuring strategy coherence through patterns of strategic choices. *Strategic Management Journal*, 15(1), 43-61.
- Navarro, A., Díez, E.C. & Rondán, F.J. (2006). Franchisors Types in Portuguese Franchising. *Portuguese Journal of Management Studies*, XI (2), 97-114.
- Peteraf, M. & Shanley, M. (1997). Getting to know you: A theory of strategic group identity. *Strategic Management Journal*, 18, 165-186.
- Ramírez, J.M. & Quattrociochi, B. (2009). An update of the franchisee motivations: a study in Spain. *Journal of Applied Economic Sciences*, 4(2-8), 210-220.
- Revuelto, L. & Fernández, R. (2009). La utilidad del análisis de los grupos estratégicos. *Journal of Applied Economic Sciences*, 3 Iss. 3), 49-57.
- Roh, Y.S. (2002). Size, Growth Rate and Risk Sharing as the Determinants of Propensity to Franchise in Chain Restaurants. *International Journal of Hospitality Management*, 21(1), 43-56.
- Rondán, F.J., Navarro, A. & Díez, E.C. (2006). *Grupos Estratégicos en el Sistema de Franquicia: el Caso de España y Portugal*. In Decisiones Basadas en el Conocimiento y en el Papel Social de la Empresa. AEDM, Vigo, Spain.
- Rondán, F.J., Navarro, A. & Díez, E.C. (2007). Proposing New Variables for the Identification of Strategic Groups in Franchising. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 3(4), 355-377.
- Rondán, F.J., Navarro, A., Díez, E.C., Rodríguez, C. & Guisado, M. (2010). Estudio del performance de los grupos estratégicos en el sistema de franquicia español. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 16(2), 43-62.
- Shane, S.A. (1996). Hybrid organizational arrangements and their implications for firm growth and survival: A study of new franchisors. *Academy of Management Journal*, 39, 216–234.
- Sigué, S.P. & Rebolledo, C. (2004). La franquicia en Colombia: ¿una alternativa a la escasez de recursos o una opción para aumentar la eficiencia? *Management International*, 8(2), 15- 24.

## **Volumen 25 (junio 2018)**

### **Destabilizing Impacts of Herding Behaviour in Portuguese Capital Market**

*Impactos desestabilizantes en el comportamiento gregario en el mercado de capitales portugués*

Marques Leite, Gabriela; Machado-Santos, Carlos; Ferreira da Silva, Amélia

Páginas 3–22

### **Modelos para otorgamiento y seguimiento en la gestión del riesgo de crédito**

*Models for Granting and Tracking in Credit Risk Management*

Millán Solarte, Julio César; Caicedo Cerezo, Edinson

Páginas 23–41

### **Los modelos matemáticos del desarrollo organizacional y los cambios organizacionales**

*The Mathematical Models for Organizational Development and Organizational Changes*

Mikhnenko, Pavel A.

Páginas 42–53

### **Impacto de la innovación en marketing sobre la conducta exportadora de las empresas del sector agroindustrial español**

*Impact of Marketing Innovation on Exporting Behavior for Spanish Agro-Industry Sector*

Ramos Ruiz, José; Polo Otero, José; Arrieta Barcasnegras, Aquiles; Vega Cárcamo, Jean

Páginas 54–71

### **La aglomeración urbana de la ciudad de Sevilla: análisis de la oferta de inmuebles destinados a la actividad comercial e industrial**

*The Urban Agglomeration of the City of Seville: Analysis of the Offer of Properties Intended for Commercial and Industrial Activity*

Casas del Rosal, José Carlos; Caridad y Ocerin, José María; Núñez Tabales, Julia Margarita

Páginas 72–92

### **Relación directa y mediadora de las TIC sobre el rendimiento de la diversificación empresarial**

*Direct and Mediating Relationship of ICT on the Performance Diversification*

León, Omar

Páginas 93–110

### **Factores clave en el desarrollo de la capacidad emprendedora de estudiantes universitarios**

*Key Factors in the Development of Entrepreneurial Capacity of University Students*

Castillo-Vergara, Mauricio; Álvarez-Marín, Alejandro; Alfaro-Castillo, Mauricio; Sánchez Henríquez, Jorge; Pizarro Quezada, Ignacio

Páginas 111–129

**Are the Sovereign CDS Premia Sound Estimators of the Stock Market Returns?  
Evidence from the Eurozone**

*¿Son las primas CDS estimadores sólidos de los rendimientos del mercado de valores?  
Evidencia de la Eurozona*

Navarrete Wic, Ana; Di Pietro, Filippo; Martín Marín, José Luis  
Páginas 130–155

**Uso de TIC y productividad en México: un análisis subsectorial**

*Productivity and ICT Use in Mexico: A Subsectorial Approach*

Díaz Rodríguez, Héctor Eduardo; Sosa Castro, Magnolia Miriam; Cabello Rosales, Alejandra  
Páginas 156–185

**Efficiency and Persistence of Spanish Absolute Return Funds**

*Eficiencia y persistencia de los fondos de retorno absolutos españoles*

Solórzano-Taborga, Pablo; Alonso-Conde, Ana Belén; Rojo-Suárez, Javier  
Páginas 186–214

**Relación entre el tamaño de la economía informal y el sector empresarial en Ecuador.  
Evidencia de cointegración y causalidad de Granger**

*Relationship between the Size of the Informal Economy and the Business Sector in Ecuador.  
Evidence of Cointegration and Granger Causality*

Uquillas Casalombo, Carlos Alfredo  
Páginas 215–243

**El impacto económico del desmantelamiento nuclear en España**

*The Economic Impact of Nuclear Dismantlement in Spain*

Cámara, Ángeles; Martínez, M<sup>a</sup> Isabel; Rodríguez, Leila  
Páginas 244–271

**Measuring the Job Stress of the Employed Population. The Case of Labor Market in Cali-Colombia**

*Midiendo el estrés laboral de la población empleada. El caso del mercado laboral en Cali-Colombia*

Astorquiza Bustos, Bilver Adrián; Castillo Caicedo, Maribel; Gómez Mejía, Alina  
Páginas 272–294

**Mercados cambiarios y tipos de cambio de Asia y Latinoamérica: sincronización de largo plazo, cambios estructurales y choques estocásticos**

*Change Markets and Exchange Rates of Asia and Latin America: Long-Term Synchronization, Structural Changes and Stochastic Shocks*

Ruiz Porras, Antonio; Fregoso Becerra, Luis Enrique  
Páginas 295–317

**Multi-Sectoral Analysis of Strategic Groups in Franchising: A Study in Italy**

*Análisis multisectorial de grupos estratégicos en franquicias: un estudio en Italia*

Ramírez-Hurtado, José M.; Quattrociocchi, Bernardino  
Páginas 318–334