



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Programa de Economía Documentos de Trabajo



**El rol del desempeño innovador en los
costos de ajuste de la inversión: Un
análisis para la empresas colombianas.**

Fernando Barrios Aguirre
Paola Patricia Arévalo Zapata
María Camila Jiménez Amaya
Jorge Luis Juliao Rossi

N. 2013-5

El rol del desempeño innovador en los costos de ajuste de la inversión: Un análisis para la industria manufacturera colombiana

Fernando Barrios Aguirre¹
Paola Patricia Arévalo Zapata
María Camila Jiménez Amaya²
Jorge Luis Juliao Rossi

Resumen

El siguiente documento examina el impacto de las innovaciones que realizan las industrias manufactureras colombianas sobre los costos de ajuste de la inversión. En el proceso de mejoramiento o nuevo desarrollo de bienes, servicios, procesos, comercializaciones y métodos organizacionales las firmas incurren en ajustes asociados a la incorporación de nuevo capital, capacitación del personal y eficiencia en las escalas de producción. En este sentido, el impacto del desempeño innovador sobre los costos de ajuste asocia un sinnúmero de escenarios que pueden depender de factores asociados a la naturaleza de las firmas (capital acumulado en las firmas, el cambio significativo del capital, la magnitud de la innovación a realizar), pero también de los fenómenos asociados al comportamiento sectorial. De esta manera, se desarrollará un modelo econométrico a partir de la Cuarta Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico (EDIT IV), la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) la Encuesta Anual manufacturera (EAM) y de la base de datos de la Superintendencia de sociedades.

Palabras Claves:

Desempeño Innovador, industria manufacturera colombiana, costos de ajuste, mercado laboral.

Clasificación JEL:

C11, C33, D24, E22, J24, L60, O30.

¹ Fernando Barrios Aguirre es Magíster en Economía de la Universidad de Los Andes. Email: fernando.barrios@utadeo.edu.co. Tel: (+57 1) 242 7030 Ext. 1738. Actualmente es docente de tiempo completo del programa de Economía de la Universidad Jorge Tadeo Lozano. Los autores agradecen la revisión y comentarios de. Dirección de correspondencia, Carrera 4#22-61 Teléfono: (+57 1) 242 7030 – extensión 1550. Bogotá D.C. Colombia.

² Estudiantes de últimos semestres del programa de Economía de la Universidad Jorge Tadeo Lozano. Email: maria.c.jimenez@utadeo.edu.co y paolap.arevalo@utadeo.edu.co , celulares: 318 560 4272 y 311 204 7057. Dirección de correspondencia, Carrera 4#22-61 Teléfono: (+57 1) 242 7030 – extensión 1550. Bogotá D.C. Colombia.

Abstract

The following paper examines the impact of the innovations in Colombian manufacturing industries on the adjustment costs of investment. In the process of developing new or improved goods, services, processes, trades and methods incur firms organizational settings associated with the incorporation of new capital, staff training and efficiency in production scales. In this sense, the impact of innovative performance on associated adjustment costs countless scenarios that may depend on factors associated with the nature of the firms (equity in the firms, the significant change of capital, the magnitude of innovation conduct), but also of the phenomena associated with sectoral and regional behavior. Thus, an econometric model is developed from the Fourth Survey of Innovation and Technological Development (EDIT IV) , Integrated Survey of Households (GEIH) and Superintendence of companies.

Keywords:

Innovation performance, Colombian firms, adjustment cost, labor market.

JEL Classification:

C11, C33, D24, E22, J24, L60, O30.

Introducción

Recientemente, la teoría del crecimiento económico se ha enfocado en lo que se conoce como crecimiento endógeno. Entre sus preocupaciones se encuentra la de analizar las consecuencias sobre la economía de elementos que se encuentran vinculados al progreso tecnológico. Sobre este punto, la literatura ha planteado que una manera de mejorar la tecnología de producción es mediante el surgimiento de nuevas ideas. No obstante, para que se genere este tipo de progreso técnico es esencial que las empresas inviertan en investigación y desarrollo (I+D) y en el desarrollo de nuevos o mejorados bienes, servicios, procedimientos y técnicas de organización y comercialización³. Romer (1990) planteaba que el surgimiento de nuevas ideas permite que las firmas, utilizando una cantidad dada de insumos o inputs para producir bienes y servicios, originen un aumento en el factor tecnológico. Los efectos de una nueva idea se ven reflejados en la dinámica de variables como el empleo, los precios de mercado, y por ende la competencia, la educación, inversión, entre otros, lo cual afecta claramente el desempeño de la firma ya que tiene que incurrir en costos para realizarla.

Según Meghir et al. (1996) la innovación tecnológica está asociada con un alto nivel de empleo, dependiendo de la intensidad de la innovación realizada por las firmas, de su tamaño y de los resultados a largo plazo. En este orden de ideas, los costos de ajuste no son significativos para las industrias si éstas han contado con grandes innovaciones pasadas.

Con base en la anterior afirmación, la siguiente investigación se realiza con el ánimo de establecer una aproximación a los efectos que tiene la innovación sobre los costos de ajuste en Colombia, debido a que este tema no ha sido profundamente estudiado por los académicos de la economía⁴. Adicionalmente, se realiza esta investigación dada la importancia que tiene la innovación sobre el crecimiento y el desarrollo de un país. De esta manera, el punto central de este documento es analizar cómo la innovación en las firmas colombianas puede modificar los costos de ajuste en las mismas, logrando así un análisis que puede abarcar otras variables como la producción, el empleo, el tamaño de las firmas y logrando conclusiones más amplias que se pueden extraer del estudio de la relación de estas dos variables.

El desarrollo de esta investigación es importante por dos razones. La primera, porque intentará resolver un problema que muy poco se ha desarrollado en el ámbito económico,

³ Clasificación del tipo de innovaciones según EDIT IV.

⁴ Estudios relacionados con el tema en Colombia son los de ESLAVA, M & HALTIWANGER, J. & KUGLER, A. & KUGLER, M. (2010). "Factor Adjustmen After Deregulation: Panel Evidence from Colombian Plants", The review of Economics and Statistics, MIT Press, vol. 92(2), pages 378-391,08.

más aún, desde la relación entre crecimiento, inversión y empleo. La segunda, porque existe muy poca literatura nacional e internacional que ha intentado relacionar desde la vía del desempeño innovador y la geografía económica, el impacto de las tipologías de innovación en los costos de ajuste provenientes desde la dinámica del empleo. Es por esto que se intenta resolver la siguiente pregunta¹:

¿Es la innovación un determinante clave para las firmas manufactureras colombianas al momento de realizar costos de ajuste de inversión modificadores de la dinámica del empleo y de la maximización de los beneficios empresariales?

El objetivo principal de este trabajo de investigación consiste en examinar el papel del desempeño innovador sobre las variables que identifican los costos de ajustes de inversión relacionados con la dinámica del empleo y la maximización de los beneficios de las firmas. Mediante el proceso de innovación que realizan las firmas a lo largo de su cadena productiva podemos aproximarnos a un análisis más profundo sobre el crecimiento de uno de los sectores económicos más importantes de nuestro país, la industria manufacturera. Para Colombia, se espera que esta variable pueda llegar a ser significativa debido a que la mayoría de las firmas no tienen resultados en innovación (Zuluaga et al. 2013).

Estado del Arte

Existe una bibliografía tanto internacional como nacional que ha incentivado la realización de este documento de investigación. Entre la literatura internacional se encuentra el paper de Meghir et al. (1996) en donde se analiza el impacto del cambio tecnológico en la creación de empleo en las firmas británicas. Esta investigación encuentra que *“la innovación tecnológica está asociada con un alto empleo, pero esta correlación puede ser debido al hecho de que las grandes empresas tienen mayor actividad de innovación”*; los principales resultados de este trabajo arrojan que los costos de ajuste en el empleo son menores para empresas que tienen mayor acumulación tecnológica, es decir que estas empresas innovadoras son más flexibles que las no innovadoras.

Por otro lado Hamermesh (1995) analiza la importancia de los costos de ajuste en la demanda laboral, los costos netos de mano de obra (nivel de empleo) y los costos brutos (contratación y despido). El autor afirma que las empresas se enfrentan a mayores costos netos de ajuste y menores costos brutos, debido al cambio de las escalas en las operaciones productivas y su paso al desarrollo de innovaciones tecnológicas.

Smolny (1997) afirma que *“las firmas innovadoras son más exitosas, crean mayor empleo, son más eficientes y crecen más rápido”*. Para comprobar esta premisa, el autor examina el impacto de las innovaciones de productos y procesos de producción, utilización de la

capacidad, el empleo y los precios, basado en los microdatos de la industria manufacturera de Alemania Occidental.

Respecto a la literatura nacional es muy poco lo que se ha escrito sobre la relación que existe entre costos de ajuste y desempeño innovador por la dificultad que existe al momento de medir los costos de ajuste en que incurren las firmas. Sin embargo, entre la poca literatura que existe, se encuentra el trabajo realizado por Eslava, M. & Haltiwanger, J. & Kugler, A. & Kugler, M. (2010) en el que examinan la dinámica de los costos de ajuste después de la desregulación del mercado de factores en Colombia durante la década de los noventa. Los resultados apuntan a que existe una fuerte relación entre el capital y costos de ajustes laborales y adicionalmente las firmas que poseen capital en pequeñas proporciones son las que menos empleo generan y en la medida que presenten escasez de mano de obra son menos propensas a invertir en bienes de capital. También se evidencia en esta investigación, que los mercados de factores regulados generan distorsiones en los ajustes de los factores. Por lo tanto, mercados más flexibles generan menos distorsiones y hacen que los productores se adaptan con mayor facilidad a choques externos en la medida que tienen un mayor control sobre la mano de obra dado que es el factor más variables en comparación con el capital.

Por otro lado, es importante contemplar a nivel nacional aquellos estudios que se centran en analizar el rol del desempeño innovador de las firmas mnaufactureras colombianas. Entre dichos estudios se encuentra los relacionados con el análisis de la innovación de la industria manufacturera colombiana para el perfil de la empresas de la industria colombiana (Forero et al, 2009), y los estudios del crecimiento regional e industrial (Bonet y Meisel, 1999; Bonet y Meisel, 2006).

En términos del desempeño innovador, el trabajo realizado por Zuluaga J., Sánchez, I., & Barrios, F. (2013) realiza un análisis multinivel sobre los procesos de innovación con el fin de cuantificar el impacto que tienen fenómenos o procesos de un nivel sobre otro. Los resultados encontrados en esta investigación confirman el vínculo que existe entre el desempeño innovador de las firmas y el ambiente regional. En esta misma línea se encuentra el trabajo realizado por Barrios, F. (2012).en el que se analiza el rol del desempeño innovador ante un ambiente regional y empresarial y en el que se concluye nuevamente que las variables asociadas con el ambiente regional inciden en el desempeño innovador de las firmas, sin embargo, es el ambiente empresarial el que más pesa, debido principalmente a que en las regiones de análisis prima en mayor medida las variables relacionadas con la firma. En este sentido, se propone que las políticas de innovación tienen que estar focalizadas en las pequeñas y medianas empresas en las regiones donde prima más el ambiente empresarial que el regional.

Con estos resultados, se puede establecer una relación entre el desempeño innovador con los costos de ajuste debido a que estos últimos dependen tanto de variables asociadas a la dinámica de las firmas como a variables asociadas con un ambiente regional.

Marco Teórico

La siguiente investigación se realiza con base en Meghir et al. (1996) cuyo objetivo fue examinar el impacto que tiene el cambio tecnológico sobre la creación de empleo teniendo en cuenta que ésta última variable se ve alterada por los cambios en el nivel de producción, en la intensidad de los factores y en los costos de ajuste. El resultado de este documento es que las firmas que cuentan con un mejor desempeño innovador incurren en menores costos de ajuste que las firmas que cuentan con un menor progreso tecnológico.

Para realizar el modelo base de la investigación, se analizará la variable de interés: los costos de ajuste⁵ que asumen las firmas a la hora de realizar una innovación, y que redundan en la maximización de sus beneficios. El resultado de esta maximización (Ecuación de Euler) permite encontrar el coste de contratar un nuevo trabajador (coste marginal) para una empresa, que es equivalente al salario que cobra el trabajador y la cual se maximiza asumiendo una función de costos de ajuste cuadráticos que depende de la tasa de crecimiento del empleo (L_t), y de un parámetro δ que varía con el nivel de conocimiento de la empresa (G_t)⁶:

$$c(\Delta L) = \frac{\delta(G_t)}{2} \left(\frac{(L_t - L_{t-1})^2}{L_{t-1}} \right)$$

Asumiendo que las firmas operan en un mundo de mercados de capitales perfectos, las decisiones de inversión y contratación se realizan maximizando la expectativa del valor actual de la empresa, a partir de la siguiente función:

$$V_t = \pi_t + E_t \left(\sum_{j=1}^{\infty} \Phi_{t+j-1} \pi_{t+j} \right)$$

El valor actual de la empresa contiene los beneficios de la misma y un operador de expectativas⁷ (E_t) que brinda información basándose en el tiempo (t) y condicionando los

⁵ Se refieren en esta investigación a la variación del nivel empleo de una firma y adicionalmente a la variación del nivel de empleo mediada por las innovaciones que se realizan en el sector.

⁶ En particular, la presencia de costos fijos de contratación y el despido puede dar diferentes vías de ajuste de las que resulten al hacer la suposición estándar de costos de ajuste estrictamente convexos (generalmente cuadrática), para más información ver Rota, P. (1994). - Labour Demand and Adjustment Costs, PhD Thesis, University College of London.

⁷ La incertidumbre proviene de factores como el precio futuro de los productos, salarios en el mercado competitivo, tasas de interés, **cambio tecnológico**, entre otros.

precios futuros y el cambio técnico. ϕ se comporta como un factor de descuento que mide el valor actual de cualquier flujo de caja futuro y π_{t+j} son los beneficios netos a futuro de la empresa, definidos de la siguiente manera:

Beneficios= Ingresos -Costos salariales- Costos de uso del capital-Costos de ajuste

$$\pi_t = P_t F(G_t, L_t, K_t) - W_t L_t - R_t K_t - \frac{\delta(G_t)}{2} \left(\frac{(L_t - L_{t-1})^2}{L_{t-1}} \right)$$

Donde $F(\cdot)$ es la función de producción de las firmas que depende del empleo (L_t), capital físico (K_t) y el nivel de conocimiento (G_t). El precio está dado por una función de demanda inversa:

$$P_t = B_t Q_t^{-1/\eta}$$

Donde B_t es un parámetro de desplazamiento de la demanda exógeno, η es la elasticidad de la demanda del producto. Q_t es la producción de la firma, que viene determinada por una función tipo Cobb Douglas con capital, trabajo y conocimiento como factores de producción:

$$Q_t = F(G_t, L_t, K_t) = G_t^\gamma L_t^{\alpha_t} K_t^{1-\alpha_t}$$

Los parámetros α_t y δ_t dependen del nivel de conocimiento. Estos es, la innovación tecnológica imprime un cambio en las dotaciones de insumos con el fin de ajustarlos al nivel óptimo que requieren las empresas. La función de producción depende de un parámetro exponencial (α_t) que varía constantemente del nivel de conocimiento de la firma, es decir que toda la producción depende de este parámetro (G_t). Adicionalmente, se asume una forma funcional para el parámetro de costos de ajuste. De esta forma:

$$\alpha_t = \alpha_0 + \alpha_1 G_t$$

$$\delta_t = \delta_0 + \delta_1 G_t$$

La función de beneficios intertemporales es:

$$\begin{aligned}
V_t = & \left[B_t Q_t^{-1/\eta} Q_t - W_t L_t - R_t K_t - \frac{\delta_t}{2} \left(\frac{(L_t - L_{t-1})^2}{L_{t-1}} \right) \right] \\
& + E_t \left\{ \theta_t \left[B_{t+1} Q_{t+1}^{-1/\eta} Q_{t+1} - W_{t+1} L_{t+1} - R_{t+1} K_{t+1} \right. \right. \\
& \left. \left. - \frac{\delta_{t+1}}{2} \left(\frac{(L_{t+1} - L_t)^2}{L_t} \right) \right] \right\} \\
& + E_t \left\{ \theta_{t+1} \left[B_{t+2} Q_{t+2}^{-1/\eta} Q_{t+2} - W_{t+2} L_{t+2} - R_{t+2} K_{t+2} \right. \right. \\
& \left. \left. - \frac{\delta_{t+2}}{2} \left(\frac{(L_{t+2} - L_{t+1})^2}{L_{t+1}} \right) \right] \right\} \\
& + \dots \dots + E_t \left\{ \theta_{t+j-1} \left[B_{t+j} Q_{t+j}^{-1/\eta} Q_{t+j} - W_{t+j} L_{t+j} - R_{t+j} K_{t+j} \right. \right. \\
& \left. \left. - \frac{\delta_{t+j}}{2} \left(\frac{(L_{t+j} - L_{t+j-1})^2}{L_{t+j-1}} \right) \right] \right\}
\end{aligned}$$

Las condiciones de primer orden se determinan, maximizando la función valor de la empresa respecto a los factores de producción, que es equivalente al pago de los factores. Derivando la función valor respecto al nivel de empleo L_t y Capital K_t se obtiene:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial V_t}{\partial L_t} = & \left(1 - \frac{1}{\eta} \right) B_t Q_t^{-1/\eta} \frac{\partial Q_t}{\partial L_t} - W_t - \frac{\delta_t}{2} \frac{2(L_t - L_{t-1})(1)}{L_{t-1}} \\
& + E_t \left\{ \theta_t \left[-\frac{\delta_{t+1}}{2} \left(\frac{2(L_{t+1} - L_t)(-1)L_t - (L_t - L_{t-1})^2(1)}{L_t^2} \right) \right] \right\} = 0
\end{aligned}$$

$$\frac{\partial V_t}{\partial K_t} = \left(1 - \frac{1}{\eta} \right) B_t Q_t^{-1/\eta} \frac{\partial Q_t}{\partial K_t} - R_t = 0$$

El resultado de la maximización evidencia que los salarios dependen en gran medida del nivel de conocimiento (G_t), del parámetro de costos de ajuste (δ_t) y de la productividad marginal del trabajo asociada a la función de producción:

$$Q_t = F(G_t, L_t, K_t) = G_t^\gamma L_t^{\alpha_t} K_t^{1-\alpha_t}$$

$$\frac{\partial Q_t}{\partial L_t} = \alpha_t G_t^\gamma L_t^{\alpha_t-1} K_t^{1-\alpha_t} = \frac{\alpha_0 G_t^\gamma L_t^{\alpha_t} K_t^{1-\alpha_t}}{L_t} + \frac{\alpha_1 G_t^\gamma L_t^{\alpha_t} K_t^{1-\alpha_t}}{L_t} G_t = \left(\frac{\alpha_0 Q_t}{L_t} + \frac{\alpha_1 Q_t}{L_t} G_t \right)$$

$$\frac{\partial Q_t}{\partial K_t} = (1 - \alpha_t) G_t^\gamma L_t^{\alpha_t} K_t^{-\alpha_t}$$

Teniendo en cuenta el parámetro δ_t se puede deducir que:

$$\delta_t \frac{(L_t - L_{t-1})}{L_{t-1}} = \delta_0 \frac{(L_t - L_{t-1})}{L_{t-1}} + \delta_1 \frac{(L_t - L_{t-1})}{L_{t-1}} G_t$$

De acuerdo a las condiciones de primer orden, los salarios son iguales a :

$$\left[\left(1 - \frac{1}{\eta} \right) P_t \frac{\partial Q_t}{\partial L_t} - \delta_t \frac{(L_t - L_{t-1})}{L_{t-1}} \right] + E_t \left[\theta_t \delta_{t+1} \frac{(L_{t+1} - L_t)}{L_t} + \theta_t \frac{\delta_{t+1}}{2} \left(\frac{(L_{t+1} - L_t)}{L_t} \right)^2 \right] = W_t$$

$$\left[\left(1 - \frac{1}{\eta} \right) P_t \left(\frac{\alpha_0 Q_t}{L_t} + \frac{\alpha_1 Q_t}{L_t} G_t \right) - \left(\delta_0 \frac{(L_t - L_{t-1})}{L_{t-1}} + \delta_1 \frac{(L_t - L_{t-1})}{L_{t-1}} G_t \right) \right] + E_t \left[\theta_t \delta_{t+1} \frac{(L_{t+1} - L_t)}{L_t} + \theta_t \frac{\delta_{t+1}}{2} \left(\frac{(L_{t+1} - L_t)}{L_t} \right)^2 \right] = W_t$$

$$\left[\alpha_0 \left(1 - \frac{1}{\eta} \right) \left(\frac{P_t Q_t}{L_t} \right) + \alpha_1 \left(1 - \frac{1}{\eta} \right) \left(\frac{P_t Q_t}{L_t} \right) G_t - \delta_0 \frac{(L_t - L_{t-1})}{L_{t-1}} - \delta_1 \frac{(L_t - L_{t-1})}{L_{t-1}} G_t + E_t \theta_t \delta_0 \frac{(L_{t+1} - L_t)}{L_t} + E_t \theta_t \delta_1 \frac{(L_{t+1} - L_t)}{L_t} G_t + E_t \theta_t \frac{\delta_0}{2} \left(\frac{(L_{t+1} - L_t)}{L_t} \right)^2 + E_t \theta_t \frac{\delta_1}{2} \left(\frac{(L_{t+1} - L_t)}{L_t} \right)^2 G_{t+1} \right] = W_t$$

$$\begin{aligned}
& \left[\left(\alpha_0 \left(1 - \frac{1}{\eta} \right) \left(\frac{P_t Q_t}{L_t} \right) + \alpha_1 \left(1 - \frac{1}{\eta} \right) \left(\frac{P_t Q_t}{L_t} \right) G_t \right) \right. \\
& \quad - \delta_0 \left(\frac{(L_t - L_{t-1})}{L_{t-1}} - E_t \theta_t \frac{(L_{t+1} - L_t)}{L_t} - E_t \frac{\theta_t}{2} \left(\frac{(L_{t+1} - L_t)}{L_t} \right)^2 \right) \\
& \quad \left. - \delta_1 \left(\frac{(L_t - L_{t-1})}{L_{t-1}} G_t - E_t \theta_t \frac{(L_{t+1} - L_t)}{L_t} G_t - E_t \frac{\theta_t}{2} \left(\frac{(L_{t+1} - L_t)}{L_t} \right)^2 G_{t+1} \right) \right] \\
& = \mathbf{W}_t
\end{aligned}$$

$$\left[\beta_1 \left(\frac{P_t Q_t}{L_t} \right) + \beta_2 \left(\frac{P_t Q_t}{L_t} \right) G_t - \delta_0(Ajuste1) - \delta_1(Ajuste2) \right] = \mathbf{W}_t$$

Donde :

$$\beta_1 = \alpha_0 \left(1 - \frac{1}{\eta} \right)$$

$$\beta_2 = \alpha_1 \left(1 - \frac{1}{\eta} \right)$$

$$Ajuste1 = \left(\frac{(L_t - L_{t-1})}{L_{t-1}} - E_t \theta_t \frac{(L_{t+1} - L_t)}{L_t} - E_t \frac{\theta_t}{2} \left(\frac{(L_{t+1} - L_t)}{L_t} \right)^2 \right)$$

$$Ajuste2 = \left(\frac{(L_t - L_{t-1})}{L_{t-1}} G_t + E_t \theta_t \frac{(L_{t+1} - L_t)}{L_t} G_t - E_t \frac{\theta_t}{2} \left(\frac{(L_{t+1} - L_t)}{L_t} \right)^2 G_{t+1} \right)$$

$$(2) \quad \left[\beta_1 \left(\frac{P_t Q_t}{L_t} \right) + \beta_2 \left(\frac{P_t Q_t}{L_t} \right) G_t + \beta_3(Ajuste1) + \beta_4(Ajuste2) + \mu_{t+1} \right] = \mathbf{W}_t$$

La función de salarios depende de la variación del empleo, relativa y condicionada al conocimiento, y de los ingresos por trabajador absoluto y condicionado al conocimiento. De acuerdo a Meghir et al. (1996) “Si no hay costos de ajuste, Ajuste1 y Ajuste2 son cero ya que $\delta_0 = \delta_1 = 0$. Si los stocks de conocimiento no afectan los costos de ajuste entonces el coeficiente en Ajuste2 será 0, $\delta_1 = 0$. Si los costos de ajuste son bajos para las firmas innovadoras se espera que $\delta_1 < 0$ ”.

Datos

Los datos y variables a nivel sectorial fueron extraídos principalmente de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) y de la Encuesta de Desarrollo e Innovación tecnológica (EDIT IV) para los años 2007 y 2008 y se emplearon en la construcción de las variables para los 64 sectores económicos. En el proceso de construcción de las variables independientes para el periodo de análisis, se utilizaron algunas variables continuas, tales como, el promedio de la remuneración total a los trabajadores entre 2007-2008, el promedio de la productividad total de los factores 2007-2008, el número promedio de innovaciones 2007-2008, entre otras. Adicionalmente, las variables mencionadas se estandarizaron a una distribución normal para hacerlas comparables.

Medidas

Primera etapa:

- **Variable dependiente:** variación del nivel de empleo entre los años 2007 y 2008.
Fuente: EDIT IV para los años 2007-2008.
- **Variables independientes:**
-

variables	descripción	Fuente
Capital extranjero 2007	Número empresas con capital	Encuesta de Desarrollo
Innovaciones 2007	Total empresas que invirtieron en act científicas, tecnológicas y de innovación	Encuesta de Desarrollo e Innovación tecnológica 2007-2008
capital 2007	Activos fijos (millones de pesos)	Encuesta Anual Manufacturera
Empleo 2007	Personal empleado	Encuesta de Desarrollo e Innovación tecnológica (EDIT IV)

Segunda etapa:

- **Variable dependiente:** remuneración total promedio por sector definida como la suma de sueldos y salarios; y prestaciones sociales. Fuente: Encuesta Anual Manufacturera (EAM) para los años 2007 y 2008.

- **Variables independientes:**

variables	descripción	Fuente
PTF/L	promedio de la productividad total de factores sectorial por empleados	calculos a partir de la Encuesta Anual Manufacturera y la Encuesta de Desarrollo e Innovación tecnológica (EDIT IV)
(PTF/L)*H	promedio de la productividad total de factores sectorial por empleados por innovaciones	calculos a partir de la Encuesta Anual Manufacturera y la Encuesta de Desarrollo e Innovación tecnológica (EDIT IV)
AJUS1	variación del número de empleados	calculos a partir de la Encuesta de Desarrollo e Innovación tecnológica (EDIT IV)
AJUS2	variación de empleo por innovaciones	calculos a partir de la Encuesta de Desarrollo e Innovación tecnológica (EDIT IV)

Variables de la base de superintendencia de sociedades 1996-2004:

Salarios promedios de las firmas

Empleados por firmas

Ingresos (ventas)/empleo

Innovaciones por firma o ptf

Innovaciones producidas en la industria principal (spillovers) o ptf

Innovaciona usadas en la industria principal (spillovers) o ptf

Patentes por firmas

Logaritmo del capital de las firmas

Tasas de interes anualizada

Indice de precios

Resultados e interpretación

Para probar la hipótesis planteada se realizan dos ejercicios: en el primer ejercicio se estiman ecuaciones por mínimos cuadrados ordinarios y en el segundo se estiman ecuaciones por mínimos cuadrados ordinarios en dos etapas.

Los cuadros 1 y 2 muestran los resultados para las variables relacionadas con la remuneración, con las siguientes variables independientes: promedio de la productividad total de factores sectorial por empleados, la productividad (PTF por empleos* Innovaciones), variación de empleo por innovaciones (AJUS2), y variación del número de empleados (AJUS1).

- Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO):

El análisis de costos de ajuste de las firmas manufactureras se hizo a través de la estimación de ecuaciones de la siguiente forma:

$$\text{variación nivel empleo} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Capital_extranjero} + \alpha_2 \text{innovaciones} + \alpha_3 \text{capital} + \alpha_4 \text{empleo} + \mu_{i2} \quad (1)$$

$$\text{Remuneración total promedio} = \beta_0 + \beta_1 (\text{PTF}/L) + \beta_2 (\text{PTF}/L) * H + \beta_3 \text{AJUS1} + \beta_4 \text{AJUS2} + \mu_{i1} \quad (2)$$

Los resultados del ejercicio se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Costos de ajuste por mínimos cuadrados ordinarios

VARIABLES	Variación nivel empleo (1)	Remuneración total promedio (2)
Capital extranjero 2007	41.06 (30.41)	
Innovaciones 2007	16.62** (6.846)	
Capital 2007	0.0001** (7.03e-05)	
Empleo 2007	- 0.0875*** (0.0216)	
PTF/L		-4.839e+07 (4.493e+07)
(PTF/L)*H		1.812e+07 (1.321e+07)
AJUS2		0.677* (0.367)
AJUS1		-37.30 (57.61)
Constant	-145.9 (143.9)	191,891*** (29,320)
Observations	62	59
R-squared	0.326	0.142

Fuente: Cálculos realizados por las autoras

En general la calidad de los resultados medida por los niveles de significancia estadística es buena. Los asteriscos después de cada coeficiente indican el grado de significancia⁸ (un asterisco indica significancia del 10%, dos 5% y tres 1%). Los números en paréntesis son los errores estándar de las estimaciones).

⁸ La significancia estadística es una medida de la probabilidad de que el coeficiente respectivo sea igual a cero. En general uno espera que dicha probabilidad sea pequeño. En general los investigadores aceptan un resultado si la significancia es de 5% o menos (dos o más asteriscos).

Según estos resultados, las innovaciones, el capital y el empleo resultan ser significativas para explicar la variación del nivel de empleo (AJUS1). De acuerdo a la teoría, la innovación puede provocar un aumento de los costos de ajuste a través de la naturaleza disruptiva de las nuevas tecnologías (Meghir & Ryan & Van Reenen,1996). Lo anterior se debe a que la introducción de nuevas tecnologías obliga a las empresas a reducir el factor trabajo para un nivel dado de producción. Por otro lado, el capital y la variación del nivel de empleo se relacionan positivamente debido a que el cambio en el stock de capital implica volver a asignar y reestructurar tareas lo cual altera la rutina de la fuerza laboral (Hamermesh & Pfann,1996). Por último, el empleo medido como el personal ocupado afecta de manera negativa la variación del nivel de empleo lo cual puede deberse a cambios en el nivel de producción o cambios en la intensidad de los factores.

Ahora bien, al introducir la variación del nivel de empleo (AJUS1) como variable explicativa de la remuneración total promedio podemos observar que resulta ser no significativa, no obstante, al interpretarla podemos ver que al ser el coeficiente de esta variable negativa hay indicios para decir que los costos de ajuste son bajos para las firmas que no innovan. Por el contrario, la variación del empleo por innovaciones (AJUS2) resulta ser significativa para explicar la remuneración total promedio y dado que resulta ser estadísticamente diferente de cero, el stock de conocimiento si afecta los costos de ajuste.

- Mínimos Cuadrados Ordinarios en dos etapas:

El análisis de costos de ajuste de las firmas manufactureras se hizo a través de la estimación de ecuaciones de la siguiente forma:

Primera etapa:

$$\text{variación nivel empleo} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Capital_extranjero} + \alpha_2 \text{innovaciones} + \alpha_3 \text{capital} + \alpha_4 \text{empleo} + \mu_{i2} \quad (1)$$

Srgunda etapa:

$$\text{Remuneracion total promedio} = \beta_0 + \beta_1 (PTF/L) + \beta_2 (PTF/L)*H + \beta_3 \text{AJUS1} + \beta_4 \text{AJUS2} + \mu_{i1} \quad (2)$$

Los resultados del ejercicio se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Costos de ajuste por mínimos cuadrados ordinarios en dos etapas

VARIABLES	Variación nivel empleo (1)	Remuneración total promedio (2)
Capital extranjero 2007	-40.77*	
	(23.53)	
Innovaciones 2007	8.51*	
	(4.36)	
Capital 2007	0.00006	
	(0.00)	
Empleo 2007	-0.02	
	(0.02)	
PTF/L	-11204.06	-4.479e+07
	(106889.6)	(5.471e+07)
(PTF/L)*H	4414.09	1.704e+07
	(32014.83)	(1.609e+07)
AJUS2	0.01***	2.499**
	(0.00)	(1.224)
AJUS1		-370.1*
		(219.7)
Constant	-19.64	183,202***
	(94.29)	(36,090)
Observations	59.00	59
R-squared	0.7656	0.1867

Fuente: Cálculos realizados por las autoras

En general la calidad de los resultados medida por los niveles de significancia estadística es buena. Los asteriscos después de cada coeficiente indican el grado de significancia⁹ (un asterisco indica significancia del 10%, dos 5% y tres 1%). Los números en paréntesis son los errores estándar de las estimaciones).

De las primeras etapas de estos modelos podemos apreciar que los instrumentos relacionados con el capital extranjero y el conteo de innovaciones por sector a 2007 que no son parte del modelo original son significativos. En la segunda etapa, las variables relacionadas con los costos de ajustes son significativa y las relacionadas con la productividad no lo son.

⁹ La significancia estadística es una medida de la probabilidad de que el coeficiente respectivo sea igual a cero. En general uno espera que dicha probabilidad sea pequeño. En general los investigadores aceptan un resultado si la significancia es de 5% o menos (dos o más asteriscos).

Validez de los instrumentos:

1. Relevancia: Para determinar si las variables instrumentales explican el comportamiento de la variable endógena se analiza la prueba F de la regresión de la primera etapa. La regla es que este debe ser mayor a 10^{10} . Para el caso de nuestro modelo la prueba de significancia global (prueba F) es mayor a 10 lo que confirma la relevancia de los instrumentos utilizados.

2. Exogeneidad: para determinar la exogeneidad de los instrumentos se analiza el test de sobreidentificación¹¹. La hipótesis nula es que los coeficientes de las variables instrumentales son cero. Si se rechaza la hipótesis nula entonces hay evidencia de que los instrumentos y el error están correlacionados. Para nuestro modelo el test de sobreidentificación arroja el siguiente resultado:

Sargan N*R-sq test 31.890 Chi-sq(3) P-value = 0.0000

Basman test 59.991 Chi-sq(3) P-value = 0.0000

Con base en esta prueba, se rechaza la hipótesis nula de exogeneidad de los instrumentos. Por lo tanto, no cumplen con el segundo requisito de validez de los instrumentos.

Modelo con Panel Balanceado en dos etapas

	ef	ea
	(1)	(2)
VARIABLES	dsalmed	dsalmed
dajuste1	-12.02** (5.341)	-22.30 (16.59)
difpmedia	-3.913*** (1.088)	-5.135** (2.224)
dpmediag	52.48*** (13.95)	68.40** (28.89)
dajuste2	12.76** (5.670)	23.67 (17.61)

¹⁰ BRAVO, D & VÁSQUEZ, J. (2008) "Microeconometría Aplicada". Departamento de Economía, Universidad de Chile, pp 91

¹¹ El tes de sobreidentificación consiste en computar el error de las estimación que se realiza por mínimos cuadrados ordinarios en dos etapas y así proceder a estimar una regresión en la cual la variable dependiente es el error y las variables independientes son las variables instrumentales.

Constant	283.7**	332.7*
	(127.6)	(184.4)
Observations	8,567	8,567
Number of nit	1,879	1,879
Standard errors in parentheses		
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1		

Los resultados muestran que los costos de ajuste son altos para las firmas innovadoras o con nivel de residuos “tecnológicos” altos ya que el coeficiente de Ajuste2 es mayor que cero.

Conclusiones

Se evidencia que la innovación si resulta ser un determinante clave para las firmas del sector manufacturero colombiano a la hora de realizar modificaciones de la dinámica del empleo. Lo anterior se debe a que cuando las firmas desarrollan un nuevo producto o lo mejoran, realizan nuevos servicios, procedimientos y técnicas de organización , necesitan personal para su elaboración y comercialización. Así mismo al empezar a usar nueva maquinaria, hay movimiento del personal empleado, ya que se necesitará empleados que estén capacitados. Es importante también, la participación del capital extranjero, pero no es significativa para determinar la importancia de la innovación en los costos de ajuste.

A partir de los resultados se recomienda para posteriores investigaciones realizar un análisis multinivel que contemple tanto el ambiente empresarial como el regional dada la importancia que tienen ciertos determinantes a cada nivel sobre el desempeño innovador y por ende sobre los costos de ajuste en los que incurren las firmas manufactureras.

En términos de política se recomienda la adopción de medidas que generen mercados más flexibles con el fin de que las firmas logren adaptarse con mayor facilidad a choques externos incurriendo así en menores costos de ajuste. Por otro lado, se necesita apoyo del Estado a las firmas manufactureras para que éstas realicen sus procesos de innovación.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACEMOGLU, D. (2002). *Technical Change, Inequality, and the Labor Market*. Journal of Economic Literature, 40(1), pp. 7-72.
2. ALONSO-BORREGO, C. & COLLADO, M.D. (2001). *Innovation and job creation and destruction: evidence from Spain*. Working paper 01-38. Statistics and Econometric Series 24. Departamento de Estadística y Econometría. Universidad Carlos III de Madrid. 2001.
3. ANDERSON, P.M. (1993). *Linear Adjustment Costs and Seasonal Labor Demand: Evidence from Retail Trade Firms*. The Quarterly Journal of Economics, Vol. 108, No. 4 (Nov., 1993), pp. 1015-1042.
4. ANTHONY, S.D.(2008). *The innovator's guide to growth : putting disruptive innovation to work*. Harvard Business Press.
5. ANTONUCCI, T. & PIANTA, M. (2002). *Employment effects of product and process innovation in Europe*. International Review of Applied Economics, n.3.
6. AUDRETSCH, D.B & THURIK, A.R.(1999). *Innovation, Industry Evolution and Employment*. Discussion Paper 99-068/3. Timbergen Institute.
7. BARRIOS, F & JULIAO, J & SCHMUTZLER, J, & SANCHEZ, I. (2011). *Relación entre la estrategia de innovación de la firma y su decisión de patentar: evidencia de empresas pertenecientes al sector manufacturero colombiano*. Memorias II Simposio Iberoamericano de Estudios Gerenciales: Una mirada interdisciplinar a la innovación. Coordinador: Héctor Ochoa, Universidad Icesi . Ciudad de edición: Cali, Colombia. Fecha: 2011-11-15. ISBN: 978-958-8357-57-7. Formato: pdf. Disponible en [:http://www.icesi.edu.co/eventos/index.php/simposio_estudios_gerenciales/siegii/sc hedConf/presentations](http://www.icesi.edu.co/eventos/index.php/simposio_estudios_gerenciales/siegii/sc hedConf/presentations)
8. BARRIOS, F, & SANCHEZ, I, & ZULUAGA, J. (2011). *Ambiente Regional y Desempeño Innovador de las Firmas. Una propuesta de análisis Multinivel*. Memorias II Simposio Iberoamericano de Estudios Gerenciales: Una mirada interdisciplinar a la innovación. Coordinador: Héctor Ochoa, Universidad Icesi . Ciudad de edición: Cali, Colombia. Fecha: 2011-11-15 . ISBN: 978-958-8357-57-7. Formato: pdf. Disponible en [:http://www.icesi.edu.co/eventos/index.php/simposio_estudios_gerenciales/siegii/sc hedConf/presentations](http://www.icesi.edu.co/eventos/index.php/simposio_estudios_gerenciales/siegii/sc hedConf/presentations)
9. BARRIOS, F. (2012). *El ambiente regional y empresarial en el desempeño innovador de las firmas manufactureras colombianas: ¿quién es más importante?.*

Universidad Jorge Tadeo Lozano Facultad de Economía Oficina de procesos académicos, Bogotá, Colombia.

10. BERMAN, E.& BOUND, J. & MACHIN, S (1998). *Implications of Skill-Biased Technological Change: International Evidence*. Quarterly Journal of Economics, 1998, 113(4), pp. 1245-79.
11. BOUND, J. & JOHNSON, G. (1992) *Changes in the Structure of Wages in the 1980s - an Evaluation of Alternative Explanations*. American Economic Review, 1992, 82(3), pp. 371-92.
12. BRAVO, D & VÁSQUEZ, J. (2008) *Microeconometría Aplicada*. Departamento de Economía, Universidad de Chile.
13. BRESNAHAN, T. F.& BRYNJOLFSSON, E. & HITT, L. M (2002). *Information Technology, Workplace Organization, and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence*. Quarterly Journal of Economics, 117(1), pp. 339-76
14. BONET, J & MEISEL, A. (1999). *Las disparidades económicas regionales en Colombia: 1926-1995*. En: Colombia Territorios: Revista De Estudios Regionales y Urbanos. ISSN: 0123-8418 ed: Siglo Del Hombre/Centro Editorial Universidad Del Rosario, v.fasc.3 p.99-115.
15. BONET, J & MEISEL, A.(1999). *La Convergencia regional en Colombia: una visión de largo plazo 1926-1995*. En: Colombia Coyuntura Económica FEDESARROLLO, v.29 fasc.1 p.69-106.
16. BONET, J & MEISEL, A. (2006). *El legado colonial como determinante del ingreso per cápita departamental en Colombia*. Colombia.
17. BURGELMAN, R. A.(2009). *Strategic management of technology and innovation*. McGraw- Hill.
18. CANO, D .(2006) *Innovación y Mercado de trabajo*. Centro de Predicción Económica (CEPREDE), Madrid.
19. CHENNELS, L & VAN REENEN, J. (1999) *Has technology hurt less skilled workers?. An econometric survey of the effects of technical change on the structure of pay and jobs* .Working paper 99/27. Institute for Fiscal Studies.

20. CHESROUGH, H.W (2011) *Innovación abierta: nuevos imperativos para la creación y el aprovechamiento de la tecnología*. Plataforma Editorial.
21. COLCIENCIAS (1998). *Ciencia, Innovación y Desarrollo Regional: Memorias. Simposio Internacional Ciencia, Innovación y Desarrollo Regional*. Bucaramanga.
22. DAVIS, S.& HALTIWANGER, J. & SCHUH, S (1996). *Job creation and destruction*. Cambridge. Massachusetts:MIT Press.
23. DAVIS, S. & HALTIWANGER, J (1999). *Gross job flows*. Handbook of labor economics, 3(1), pg 2711-2805.
24. ESLAVA, M. & HALTIWANGER, J. & KUGLER, A. & KUGLER, M. (2010). "Factor Adjustments after Deregulation: Panel Evidence from Colombian Plants," The Review of Economics and Statistics, MIT Press, vol. 92(2), pages 378-391, 08.
25. FORERO-PINEDA, C., S. CORREDOR Y N. FORERO (2009). *Business Networks and Innovation in SMEs of a Developing Country*. Working Paper Atiner 2009.
26. GUPTA, A., TESLUK, P., & TAYLOR, M. (2007). *Innovation At and Across Multiple Levels of Analysis*. *Organization Science*, 18(6), 885-897.
27. HAMERMESH, D.& PFANN, G, (1996). *Adjustment costs in factor demand*. Journal of Economic Literature.
28. HAMERMESH, D. (1995). *Labour Demand and the Source of Adjustment Costs*. The Economic Journal, Vol. 105, No. 430 (May, 1995), pp. 620-634
29. HAMERMESH,D. (1993) *Labor market* .Princeton University Press.
30. HAMERMESH,D. (1992). *A General Model of Dynamic Labor Demand*. The Review of Economics and Statistics, Vol. 74, No. 4 (Nov., 1992), pp. 733-737
31. HARRISON, R. & JAUMANDREU, J.& MAIRESSE, J. & PETERS, B. (2004) *Does innovation simulate employment?. A firm-level analysis using comparable micro data on four European countries*. European project Innovation and Employment in European Firms: Micro-econometric Evidence.
32. JAUMANDREU, J. (2003) *.Does innovation spur employment?. A firm-level analysis using Spanish CIS data*. European project "Innovation and Employment in European Firms: Micro-econometric Evidence.
33. KATSOUACOS, Y.S.(1986).*Technical change and the labour market: a theoretical study of the employment effect of product and process innovation*. Wheats heaf Books Ltda. Brighton.

34. MACHIN, S. & VAN REENEN, J. (1998). *Technology and Changes in Skill Structure: Evidence from Seven Oecd Countries*. Quarterly Journal of Economics, 113(4), pp. 1215-44.
35. MEGHIR, C & RYAN, A & VAN REENEN, J (1996) . *Job Creation, Technological Innovation and Adjustment Cost: Evidence from a Panel of British Firms*. Annales d'économie et de statistique-N° 41/42.
36. PORTEFIELD, James T.S. (1967). *Decisiones de inversión y costos de capital*. Herrero Hermanos Sucesores.
37. ROMER, PAUL M. (1986). *Increasing Returns and Long-Run Growth*, Journal of Political Economy, 94,5(octubre),1002-1037.
38. ROMER, PAUL M. (1987). *Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization*, American Economic Review, 77,2(mayo),56-62.
39. ROMER, PAUL M. (1990). Endogenous Technological Change, *Journal of political Economy*, 98, 5(octubre), part II, S71-S102.
40. ROSALES, R & PERDÓMO, J & MORALES, C & URREGO, J. (2013). "Fundamentos de Econometría Intermedia: Teoría y Aplicaciones". Ediciones Uniandes, Facultad de Economía Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico (CEDE), Bogotá D.C Colombia, pp.75-76.
41. SMOLNY, W (1997). *Innovations, Prices and Employment. A Theoretical Model and a Empirical Application for West- German Manufacturing Firms*. Universität Konstanz, Journal Of Industrial Economics XLV (1998), 3, pp.359-381.
42. TOUFFUT, J.P, ed.(2003). *Institutions, innovation and growth: selected economic papers*. Edward Elgar Editor.
43. VERGARA, J.M. (1989). *Ensayos económicos sobre innovación tecnológica*. Alianza Editores, Colombia.
44. ZULUAGA JIMÉNEZ, J., SÁNCHEZ MANCHOLA, I., & BARRIOS AGUIRRE, F. (2013). *Ambiente regional y desempeño innovador de las firmas. Una propuesta de análisis multinivel*. *Estudios Gerenciales*, 28(EE), 169-189. Consultado de http://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios_gerenciales/article/view/1484