

Relaciones entre eco-eficiencia y desempeño en innovación en el sector manufacturero del Gran Buenos Aires

Herrería, Elisabeth Ruth*, Jäger, Mariano Daniel

Universidad Nacional de La Matanza, Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas. Florencio Varela 1903, San Justo, Buenos Aires, B1754JEC
eherreria@unlam.edu.ar; mjager@unlam.com.ar

RESUMEN.

El principal propósito de este trabajo ha sido la medición empírica del nivel de eco-eficiencia de un conjunto de establecimientos industriales, a través de la cuantificación de la intensidad ambiental de sus procesos productivos basada en el método de análisis envolvente de datos, para después poder identificar factores de correlación entre las variables que expresan la intensidad ambiental y el desempeño en innovación de esos establecimientos industriales, localizados en el Gran Buenos Aires. Por medio de este trabajo se ha buscado escrutar el supuesto generalmente aceptado dentro del marco de la economía ambiental neoclásica que el proceso de innovación tecnológica a nivel de una firma contribuye a reducir la intensidad energética y material de los procesos productivos, y que la adopción y difusión de las trayectorias de innovación tecno-productivas tienden a generar endógenamente incentivos al nivel de firma para la adopción de tecnologías eco-eficientes. Desde el campo disciplinar de la economía ecológica se disputa este supuesto al plantear que no necesariamente existe una relación lineal y unívoca al nivel de firma entre el desempeño en innovación y la intensidad ambiental de la producción. En primer lugar, se expondrán los resultados del nivel de eficiencia ambiental de esos establecimientos industriales mediante el cómputo del índice de eco-eficiencia basado en el análisis envolvente de datos. Seguidamente, se caracterizarán a esos establecimientos industriales según su capacidad de innovación y su nivel de eco-eficiencia por medio del análisis de conglomerados. Finalmente, se procederá a identificar factores que correlacionan los distintos indicadores de desempeño en innovación y la eficiencia ambiental mediante el análisis factorial. Por lo tanto, los resultados que se presentan en este trabajo se proponen orientar los procesos decisorios de políticas y programas para el desarrollo sostenible del sector manufacturero en base a evidencia original y empírica aplicada al principal aglomerado industrial del país.

Palabras Claves: capacidad de innovación, impacto ambiental, eco-eficiencia, sector manufacturero

ABSTRACT.

To begin with, the main purpose of this research work has been the empirical measurement of the level of eco-efficiency of a set of industrial establishments, through the quantification of the level of environmental intensity of production processes based on data envelopment analysis, to then be able to identify factors correlation between environmental variables that express the intensity and innovation performance of these industrial establishments located in Greater Buenos Aires. Furthermore, this research work has sought to examine the generally accepted assumption within the framework of neoclassical environmental economics that the process of technological innovation at firm level contributes to reduce the burden of energy and materials used in production processes, and that adoption and diffusion paths of techno-productive innovation tend to endogenously generate firm-level incentives for the adoption of eco-efficient technologies. From the field of ecological economics this assumption is largely disputed by stating that there is not necessarily a linear and univocal relationship between innovation performance and environmental intensity of production at firm level. First, the results of the level of environmental efficiency of these industrial establishments will be presented by calculating the rate of eco-efficiency based on data envelopment analysis. Subsequently, those industrial establishments will be characterized by its innovation capabilities and its level of eco-efficiency through cluster analysis. Finally, we will proceed to identify factors that correlate the various indicators of innovation performance and environmental efficiency using factor analysis. Therefore, the results presented in this paper are proposed to guide decision-making processes of policies and programs for sustainable development of the manufacturing sector, based on original empirical evidence and applied to the main industrial cluster of this country.

Keywords: innovation capacity, environmental impact, eco-efficiency, manufacturing sector

1. INTRODUCCIÓN.

En este trabajo se presentan los principales resultados de la segunda etapa del proyecto de investigación “*Innovación tecnológica e intensidad ambiental en el sector manufacturero del Gran Buenos Aires*” acreditado en el Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Nacional de La Matanza y ejecutado entre 2014 y 2015.

La temática abordada en la referida segunda etapa analiza las relaciones entre el desempeño de la capacidad de innovación del sector manufacturero del Gran Buenos Aires y la eficiencia ambiental o eco-eficiencia de los procesos productivos de dicho sector.

Al presente, esta temática no ha sido desarrollada sistemáticamente en el ámbito local. Asimismo, no se evidencia a nivel local programas o líneas de investigación tanto teóricas como empíricas que aborden la temática de la eco-eficiencia de los procesos de innovación en el sector industrial.

Por otra parte, se carece de datos cuantitativos tanto a nivel nacional como para el Gran Buenos Aires sobre el tipo de tecnologías de proceso, de producción y organización empleadas en las diferentes ramas industriales, y así medir el grado de desempeño de la capacidad de innovación ambiental en las distintas ramas industriales.

Asimismo, la disponibilidad de estadísticas y/o estudios empíricos referidos a la adopción de tecnologías eco-eficientes en el sector manufacturero, las cuales permitirían analizar la trayectoria de los procesos de innovación tecno-productiva y su asociación con el nivel de intensidad ambiental de los procesos productivos del citado sector es, al menos al presente, inexistente. Por lo tanto, se desconoce cuál es la evolución del sector industrial en términos de eco-eficiencia.

La literatura especializada plantea que la innovación tecnológica a nivel de firma contribuye a reducir la intensidad energética y material de los procesos productivos, y que la adopción y difusión de las trayectorias de innovación tecno-productivas tienden a generar endógenamente incentivos al nivel de firma para la adopción de tecnologías eco-eficientes. Sin embargo, desde el campo disciplinar de la economía ecológica se disputa este supuesto al plantear que no necesariamente existe una relación lineal y unívoca al nivel de firma entre el desempeño en innovación y la intensidad ambiental de la producción.

Por consiguiente, se estableció como hipótesis de trabajo inicial que las relaciones entre cambio tecnológico e intensidad ambiental de los procesos productivos del sector manufacturero no se presentan como unívocas. Esta hipótesis inicial de trabajo se convirtió en la hipótesis nula (H_0), por medio de la cual se estableció que el proceso de innovación tecnológica a nivel de firma no necesariamente se asocia a mayores niveles de eficiencia ambiental, y de ahí a mayores posibilidades de reducir la intensidad ambiental de sus procesos productivos.

En cuanto al instrumento de recolección y medición de datos como asimismo al trabajo de campo realizado, los mismos fueron descritos en el artículo publicado en las Memorias del VIII Congreso Argentino de Ingeniería Industrial (COINI 2015), en donde se presentaron los resultados de la primera fase del citado proyecto de investigación.

2. ELABORACIÓN DEL ÍNDICE DE ECO-EFICIENCIA AMBIENTAL UTILIZANDO EL MÉTODO DE ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS

Para calcular el índice de eco-eficiencia de los establecimientos industriales relevados, se empleó el método de análisis envolvente de datos (*Data Envelopment Analysis* - DEA), que se caracteriza por ser un método ampliamente difundido y empleado para estimaciones no paramétricas de la eficiencia relativa de un conjunto medianamente homogéneo de unidades productivas denominadas unidades de decisión (*Decision Making Units* – DMUs).

Por lo demás, su aplicación al campo de estudio sobre la eficiencia ambiental o eco-eficiencia del sector industrial ha sido ampliamente desarrollada [1-3] como se señaló en el trabajo publicado en las Memorias del VI Congreso Argentino de Ingeniería Industrial (COINI 2013) [4], y en el Resumen Extendido publicado en el Anuario de Investigaciones DIIT-UNLaM [5]. Asimismo, la metodología empleada en este trabajo para medir la eco-eficiencia también ha sido extensamente desarrollada y testeada preliminarmente tal como fue indicado en los mencionados artículos.

Sin embargo, cabe recordar que este método interpreta la dependencia entre los *inputs* y los *outputs*, a través de deducir de los datos observados las cantidades máximas de *outputs* que pueden ser obtenidos a partir de distintas combinaciones de los *inputs*. Asimismo, este método al ser no paramétrico no requiere conocer ningún tipo de conocimiento previo a los procesos de producción debido a que no se basa en ninguna forma funcional de dependencia entre los *inputs* y los *outputs*. Por lo tanto, este método permite proyectar cada unidad de decisión a la frontera de eficiencia, formulando para cada una de las unidades de decisión un modelo de programación lineal que calcula la mejora máxima que puede lograrse en los *inputs* y los *outputs* de las unidades de decisión indicadas.

En el modelo DEA seleccionado para este trabajo, los establecimientos industriales representan las unidades de decisión, el *output* expresa el porcentaje de nivel de generación de valor agregado en el último año de las unidades productivas, y los *inputs* representan tres dimensiones de intensidad ambiental a minimizar en cuanto a la generación de dióxido de carbono, al consumo de

agua para los procesos productivos y a la generación de residuos sólidos especiales y no especiales. Por lo tanto, las variables consideradas como *inputs* son toneladas de CO₂ equivalente generadas en el último año, metros cúbicos de agua consumida durante el último año para los procesos productivos y metros cúbicos de residuos sólidos especiales y no especiales originados en el último año.

Del total de establecimientos industriales, se procedió a seleccionar para el cálculo del índice de eco-eficiencia 89 unidades productivas que utilizaron agua en el último año para sus procesos productivos, debido a que no todos los establecimientos relevados emplean agua como *input* de producción. Cabe recordar que ciertas ramas de actividad industrial si bien pueden ser intensivas en el uso de energía no necesariamente emplean agua, tal es el caso de distintos sectores de la rama metal-mecánica.

Para computar las toneladas de CO₂ equivalente por consumo de electricidad y gas, se procedió por una parte, a convertir la cantidad de kilovatios generados en el último año por el factor de intensidad de CO₂ de electricidad (cantidad de kilovatios consumidos por 0,319 y dividido por 1000), calculado para nuestro país por la Asociación Internacional de Energía (IEA – *International Energy Association*). Por otra parte, se calcularon los metros cúbicos de gas consumidos al equivalente de megajoules utilizado en nuestro país (metros cúbicos de gas consumidos por 38,69 MJ), para después pasarlos a terajoules y así convertirlos por el factor de intensidad de CO₂ de gas natural (cantidad de TJ consumidos por 56100 dividido por 1000) calculado por el Panel Intergubernamental sobre Cambio climático (IPPC).

Previamente al cálculo del índice de eco-eficiencia para los 89 establecimientos industriales seleccionados, se decidió estudiar los principales estadísticos de las variables que representan el *output* y los *inputs* del modelo DEA seleccionada para este trabajo. Dado que las distribuciones de los valores de los *inputs* se presentaban muy asimétricas debido a la variabilidad existente en los consumos de energía, agua y en la generación de residuos sólidos especiales y no especiales de los establecimientos industriales seleccionados, se decidió transformarlos en unidades de logaritmos decimales o vulgares (base 10) y así obtener distribuciones con menores niveles de asimetría. En la Tabla 1 se presentan los estadísticos descriptivos de las variables que representan el *output* y los *inputs* a utilizarse para el cálculo del índice de eco-eficiencia de los establecimientos industriales seleccionados.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos: Output e Inputs

Descriptivos	Porcentaje de valor agregado	Log toneladas de equivalente de CO ₂	Log agua consumida en m ³	Log total residuos sólidos en m ³
Nº de casos	89	89	89	89
Media	62,89	1,057	3,065	1,464
Mediana	70,00	1,051	3,041	1,380
Moda	70	,6	3,1	1,0
Desvío típico	19,449	,4567	,5594	,7719
Asimetría	-,364	,442	1,725	,791
Mínimo	15	,1	2,0	,2
Máximo	95	2,7	6,1	3,7

Cabe indicar que para calcular el índice de eco-eficiencia de los establecimientos industriales seleccionados como eficiencia técnica, se utilizó el paquete de software de libre acceso DEAP (*Data Envelopment Analysis Programme*) elaborado por el *Centre for Efficiency and Productivity Analysis* (CEPA) de Australia [6], el cual ya había sido empleado para la etapa de la prueba piloto de este trabajo de investigación.

Considerando que el grado de intensidad ambiental originado por los procesos productivos de los establecimientos industriales seleccionados debe minimizarse, se optó por orientar el modelo al *input* bajo el supuesto de rendimientos variables de escala, debido a que no es posible suponer que dichos establecimientos operan en una escala óptima. De este modo, se pudo identificar el grado de ineficiencia técnica como reducción proporcional en el nivel de los *inputs* considerados, que para los propósitos de esta investigación representan la intensidad de generación de CO₂ por consumo de energía, de consumo de agua y de generación de residuos sólidos especiales y no especiales.

Esto permitió proceder a calcular la proporción en que los establecimientos industriales seleccionados disminuirían su intensidad ambiental logrando el mismo nivel de valor agregado, y así mostrarse completamente eco-eficientes. Por lo tanto, el grado de eco-eficiencia en nuestro modelo crece cuando la intensidad ambiental se reduce al mantenerse el nivel de valor agregado generado por el establecimiento industrial. De igual manera, el grado de eco-eficiencia también se eleva cuando el nivel del valor agregado del establecimiento industrial se incrementa al mantenerse la intensidad ambiental generada por la emisión de las mismas presiones ambientales.

La Tabla 2 (Anexo) presenta para los establecimientos seleccionados las puntuaciones de eficiencia técnica bajo retornos constantes y variables a escala, como asimismo los valores de eficiencia de escala, que resultan ser los cocientes entre ambos valores de eficiencia técnica, y que a su vez permite identificar en qué porcentaje cada establecimiento industrial podría disminuir sus presiones ambientales, dividiendo por uno el valor de su eficiencia de escala y multiplicando por 100 el mismo. Del mismo modo, se decidió incorporar información adicional a la mencionada tabla en cuanto al tipo de rendimiento de escala (creciente o decreciente), rama de actividad industrial a nivel de dos dígitos del Código Industrial Internacional Uniforme Revisión 4 (CIUU-Rev.4), como asimismo su nivel de contenido tecnológico de acuerdo a la clasificación desarrollada por la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE).

En cuanto al desempeño económico y ambiental simultáneamente expresado por las puntuaciones del índice de eco-eficiencia, se observa que tan solo 3 establecimientos industriales pueden generar un mayor nivel de valor agregado con menores presiones ambientales, perteneciendo los mismos a distintas ramas de actividad y a diversos niveles de contenido tecnológico.

Asimismo, se registra que 25 establecimientos industriales de muy variadas ramas de actividad y diferentes niveles de contenido tecnológico, presentan índices de eco-eficiencia con puntuaciones por encima de 0.90, por lo cual podrían reducir hasta en un 10% las presiones ambientales consideradas en este modelo. Por lo tanto, este conjunto de establecimientos si bien no llegan a ser totalmente eco-eficientes, presentan un relativo buen desempeño entre su comportamiento económico y la intensidad ambiental generada por sus procesos productivos tanto por el uso de recursos hídricos y energéticos como por la generación de residuos en estado sólido.

No obstante, cabe señalar que para la gran mayoría de este conjunto de establecimientos industriales se observan puntuaciones de eficiencia bajo retornos variables a escala más altos que aquellos bajo retornos constantes, por lo tanto no necesariamente estarían operando en un nivel de escala más eficiente.

Asimismo, se registran 17 establecimientos industriales con puntuaciones menores a 0,5, indicando un deficiente desempeño debido a la mayor intensidad ambiental de sus procesos productivos en relación al nivel de generación de su valor agregado. Igualmente, se observa una amplia variedad de ramas de actividad y de niveles de contenido tecnológico para este conjunto de establecimientos industriales.

3. CLASIFICACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES SEGÚN NIVEL DE ECO-EFICIENCIA Y DESEMPEÑO EN INNOVACIÓN UTILIZANDO EL ANÁLISIS DE AGLOMERADOS JERÁRQUICOS.

A partir de haber calculado el índice de eco-eficiencia de los establecimientos industriales seleccionados, se procedió a aplicar la técnica estadística de análisis de conglomerados para clasificar a los mismos de acuerdo a sus niveles de desempeño económico y ambiental en simultáneo expresado por el índice de eco-eficiencia, y al grado de desempeño en innovación productiva medido como medias aritméticas de las puntuaciones obtenidas en las variables que conforman el módulo de innovación. Asimismo, se pudo clasificar en diferentes grupos o conglomerados a los establecimientos industriales con características similares según las variables clasificatorias consideradas, e identificar a esos grupos formados como aquellos que expresan el mayor grado de heterogeneidad entre sí. Por consiguiente, la aplicación de esta técnica estadística ha permitido caracterizar a los mismos según las medias de los valores de las variables utilizadas para la clasificación.

Cabe recordar que el análisis jerárquico de conglomerados es una técnica estadística multivariada que permite formar grupos y clasificar casos [7]. Es así que para los propósitos de este trabajo de investigación, los establecimientos industriales seleccionados son considerados los casos a agrupar conforme su homogeneidad en relación a las siguientes variables: índice de eco-eficiencia medido como eficiencia de escala, disponibilidad actual de tecnologías avanzadas (equipos y software), capacidad de innovación tecnológica en los últimos 5 años, nivel de actividades relativas a innovaciones de productos y procesos, a investigación y desarrollo (I+D), e innovaciones organizacionales en el último año como asimismo el nivel de gastos destinados a I+D como % del total de gastos incurridos en el último año. Dado que todas las variables presentan valores de 0 a 1, los datos no fueron estandarizados.

Empleando el SPSS Versión 11.5 se procedió a seleccionar la distancia euclidiana al cuadrado o cuadrática como criterio para calcular las distancias de los establecimientos industriales a clasificar y como método de formación de los grupos a la vinculación media entre grupos. Cabe indicar que la distancia euclidiana al cuadrado se calcula restando los valores de las variables clasificatorias para luego elevar esas diferencias al cuadrado, y así sumar las diferencias al cuadrado para cada una de esas variables, dando una medida de las diferencias entre los aglomerados. En cuanto al método de vinculación media entre grupos, el mismo define la distancia de dos grupos por medio del promedio de las distancias entre todos los pares de casos.

Una vez seleccionado el criterio de medición de las distancias entre los establecimientos industriales y el método de formación de los grupos de los mismos, el procedimiento estadístico

genera la matriz de distancia, que expresa qué tan cerca o tan lejos se encuentran un establecimiento industrial de otro para después elaborar el historial de conglomeración que sirve de base para la confección del dendograma o diagrama de árbol, posibilitando identificar la formación de grupos de establecimientos industriales. Cabe señalar que el historial de conglomeración muestra los niveles de combinación por el cual se unen los establecimientos industriales seleccionados en los distintos conglomerados o grupos.

Para facilitar el análisis del historial de conglomeración para el total de los 89 establecimientos industriales seleccionados, el citado dendograma se utilizó para examinar qué tan homogéneos o no resultaron ser los grupos unidos o vinculados. Al observar la parte superior, se observa que en el procedimiento efectuado por el SPSS los coeficientes han sido re-escalados entre 0 y 25, dado que en el dendograma no se presentan los citados coeficientes por el cual se combinan los establecimientos industriales en grupos.

Considerando que esos coeficientes son una medida de distancia o similitud entre grupos, nótese en el dendograma que coeficientes pequeños muestran que grupos relativamente homogéneos han sido unidos, y que a medida que esos coeficientes se incrementan, se evidencia que los integrantes de ese grupo son menos similares. De ahí que las variaciones que en el dendograma se presentan en forma de saltos en los valores de los coeficientes son indicativas de la formación de los grupos. Si se observa el caso 1, éste logra unirse solamente al final con los otros grandes grupos que se combinan a mayores distancias, indicando al menos la presencia de entre 3 a 5 grupos heterogéneos entre sí y homogéneos dentro de ellos.

Para cotejar la identificación de los agrupamientos preliminares, se optó por hacer correr nuevamente el procedimiento en el SPSS solicitándole que diera como rango de solución la formación entre 2 a 5 grupos, como asimismo el conglomerado de pertenencia de los citados establecimientos industriales para cada número del rango de soluciones (Anexo). En primer lugar, se observa que el establecimiento industrial del caso 1 bajo cualquier rango de solución de agrupamiento siempre se mantiene separado del resto, condición que se distingue claramente en el dendograma. Además, el caso 16 es el otro establecimiento industrial que logra diferenciarse notoriamente a medida que se pasa de rango de solución, situación que se condice en la forma en que se une a los grupos identificados preliminarmente en el dendograma.

Después de analizar cada una de las resoluciones a los distintos rangos de solución de agrupamiento, y cotejándolas con el dendograma, se resolvió seleccionar como la solución más ajustada a la de 4 grupos. Una vez definida esta opción, se procedió a calcular las medias y demás descriptivos que figuran en la Tabla 3 del Anexo para estudiar en qué forma se distribuyen sus valores. Conjuntamente, se consideraron las medias de las variables para realizar la caracterización de los grupos o conglomerados 2, 3 y 4, mientras que para el conglomerado 1 formado por un único establecimiento industrial (caso 1) se utilizaron los valores de las puntuaciones de las variables.

El grupo 1 está conformado por un establecimiento industrial que presenta un muy buen desempeño en las distintas variables que expresan su capacidad de innovación productiva, y a su vez posee un elevado nivel de eco-eficiencia industrial. Conviene aclarar que no es factible determinar para ese único caso si esa elevada capacidad de innovación promueve un mejor desempeño económico y ambiental simultáneamente. Por lo tanto, suponer la existencia de causación entre ambas variables se presenta poco realista en este estadio del desarrollo de la presente investigación.

Por su parte, el grupo 2 se caracteriza por estar conformado por 61 establecimientos industriales que si bien presentan índices de eco-eficiencia similares a la media del total de establecimientos, los niveles de capacidad de innovación para las distintas variables consideradas son considerablemente más bajos, especialmente en lo relativo a cuál ha sido la capacidad de innovación tecnológica en los últimos 5 años, el nivel de actividades relativas a innovaciones de productos, procesos y organización en el último año y el grado de disponibilidad de tecnologías avanzadas (equipos y *softwares*). Asimismo, el grupo 3 se presenta compuesto por 8 establecimientos industriales con elevados niveles de eco-eficiencia, con una media superior a la del total de los establecimientos y presentan niveles más elevados tanto de actividades relativas a I+D como a los gastos incurridos en estas actividades de innovación. Por último, el grupo 4 se compone de 19 establecimientos industriales que si bien presentan un índice de eco-eficiencia similar a la media del conjunto de establecimientos, manifiestan un elevado nivel de actividades relativas a las innovaciones de procesos, productos y organización. Finalmente, cabe indicar que tanto el grupo 3 como el grupo 4 presentan una mayor disponibilidad de tecnologías avanzadas (equipos y *softwares*) y han realizado mayores esfuerzos en el desarrollo de su capacidad de innovación tecnológica en los últimos 5 años en comparación con aquellos pertenecientes al grupo 2.

4. ANÁLISIS DE LAS RELACIONES ENTRE LA EFICIENCIA AMBIENTAL Y LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO EN INNOVACIÓN UTILIZANDO EL ANÁLISIS FACTORIAL

Después de haber caracterizado a los establecimientos industriales seleccionados según su nivel de eco-eficiencia y su desempeño en innovación mediante el análisis de conglomerados, se decidió proceder a estudiar el grado de correlación entre esas variables para agruparlas en factores reducidos por medio del análisis factorial. De este modo, las variables dentro de cada factor obtenido resultan estar altamente correlacionadas con las otras variables incluidas en ese factor más que con las variables incluidas en los otros factores.

Cabe recordar que este método permite reducir datos dimensionalmente para poder descubrir rasgos o factores latentes y así visualizar la estructura subyacente en datos experimentales como asimismo entre datos y muestras. De igual forma, este método transforma los valores de las variables medidas en nuevas variables no correlacionadas, denominadas factores.

El primer factor proporciona la mayor variación posible en los datos, en tanto que el segundo factor es ortogonal al primero y proporciona la restante variación posible, y así sucesivamente. Por lo tanto, los primeros factores extraídos deben dar cuenta de la mayor proporción de la variación de las variables originales. Por otra parte, este método no requiere asumir que los datos presenten distribuciones normales, lo cual constituye una ventaja importante cuando se trabaja con datos que difícilmente asuman este tipo de distribuciones. En la Tabla 4 del Anexo, se presentan los estadísticos descriptivos de las variables incluidas en el análisis factorial. De este modo, se inició el procedimiento del análisis factorial solicitándole al SPSS Versión 11.5 calcular la matriz de correlaciones entre todas las variables para medir el grado de asociación lineal entre las mismas y la significancia unilateral correspondiente a cada coeficiente de correlación. No obstante de haber solicitado los niveles de significación, se decidió antes de proceder a los demás pasos del análisis factorial, evaluar si los datos a emplearse se ajustaban al mismo mediante las pruebas más ampliamente recomendadas para este propósito. En primer lugar, la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Okin (índice KMO) presentó un valor alto (0,742), y superior al recomendado (0,5). Por otra parte, la prueba de esfericidad de Bartlett resultó tener una significación de 0,000, muy por debajo del valor 0,05. Y por último, en la matriz de correlaciones residuales que muestra las diferencias entre las correlaciones observadas y reproducidas, los residuales con valores absolutos mayores que 0,05 resultaron ser exigüos.

La Tabla 5 del Anexo registra para cada variable la proporción de la varianza de la variable que puede ser explicada por los factores comunes, denominada comunalidades. Nótese que los mayores valores de comunalidades iniciales, calculadas como la correlación múltiple al cuadrado entre una variable y las demás variables, son registrados por las variables nivel de actividades relativas a las innovaciones de producto y procesos en el último año, nivel de actividades relativas a las innovaciones organizacionales en el último año, y capacidad de innovación tecnológica en los últimos 5 años.

Asimismo, las comunalidades de las variables relacionadas a los aspectos de I+D y con el nivel de eco-eficiencia presentan los valores más bajos de comunalidades iniciales. Dado que solamente dos componentes han sido extraídos en nuestro caso, los valores de las comunalidades registrados en la segunda columna presentan la proporción de la varianza explicada por esos dos factores extraídos, mediante elevar al cuadrado las saturaciones de las variables en cada uno de los factores extraídos y sumar esos cuadrados. Se registra que las variables anteriormente señaladas siguen presentando comunalidades muy reducidas, indicando que escasamente correlacionan con las restantes variables.

En la Tabla 6 del Anexo, se muestran los valores propios (*eigenvalue*) de cada factor, el porcentaje de varianza atribuida a cada una de ellos, y la varianza acumulada representada en porcentaje acumulado. Asimismo, se observa que con los 3 primeros factores se explica el 70% de la varianza total, por lo tanto los mismos representan un alto porcentaje de la variabilidad de las 7 variables originales. Si se observa el Figura de sedimentación (Figura 1 del Anexo), se registra que la pendiente empieza a aplanarse a partir del factor 3 al compararla con la forma pronunciada que registra la misma para los dos primeros factores. Esto estaría indicando que a partir del factor 3 la varianza perteneciente a cada uno de ellos no se presenta relevante para explicar la varianza total. De igual forma, la matriz factorial en la Tabla 7 del Anexo presenta los coeficientes que relacionan las variables con los factores. Se observa que las variables que expresan el nivel de actividades relativas a las innovaciones de producto, proceso y organización en el último año, como asimismo el desempeño en innovación tecnológica en los últimos 5 años y la actual disponibilidad de tecnologías avanzadas capacidad se encuentran asociadas al factor 1. Las variables que representan los niveles de esfuerzos en I+D no se encuentran ciertamente asociadas ni al factor 1 ni al factor 2. Por su parte, el factor 2 pareciera asociar solamente a la variable que representa el grado de eficiencia ambiental. Cabe indicar que en el análisis factorial, la rotación de los factores (rotación factorial) se emplea para simplificar la interpretación de la matriz factorial. Por lo tanto, la rotación de los factores genera una matriz factorial rotada, permitiendo a partir de la misma identificar la interpretación de los factores en función de las variables con las cuales estos se asocian. Asimismo, facilita graficar las saturaciones factoriales significativas de cada uno de los factores (Figura 2 del Anexo).

Cabe agregar que por medio de la rotación factorial los ejes de las coordenadas que representan a los factores se giran de manera tal de lograr que se aproximen a las variables en que se encuentran más saturados. En este caso, el método de rotación elegido fue varimax normalizado, siguiendo la regla de Kaiser.

La Tabla 8 presenta la matriz de factores rotados, en donde se puede observar en comparación con la matriz factorial que la saturación de las variables capacidad de innovación tecnológica en los últimos 5 años y nivel de actividades relativas a las innovaciones de producto, procesos y organización en el último año siguen presentando sus saturaciones en el factor 1, indicando que después de haber rotados los factores se siguen correlacionando mayoritariamente al factor 1.

Si bien la variable nivel de eco-eficiencia ha disminuido levemente su saturación en el 2° factor a expensas del primero, convendría eliminarla de ambos factores al considerar sus bajas cargas factoriales.

En relación a las variables que representan el esfuerzo en I+D, se evidencia que sus saturaciones han aumentado en el factor 2, y disminuyeron hasta presentar valores de cargas factoriales tan bajas que califican para su eliminación en dicho factor.

En cuanto a la variable disponibilidad actual de tecnologías avanzadas, se observa que ha incrementado su saturación en el factor 2 en detrimento del factor 1. Por lo tanto, su grado de correlación con el citado factor ha dejado de presentarse significativo. Sin embargo, no deja de presentarse como variable compleja, ya que satura casi parejamente en cada uno de los factores. Consecuentemente, podría quedar invalidada para determinar factores.

Finalmente, en el Figura 2 se registran 2 grupos de variables bien definidas. El primero de ellos, se ubica en el extremo positivo del factor 1 y se encuentra conformado por las variables capacidad de innovación tecnológica en los últimos 5 años y nivel de actividades relativas a las innovaciones de producto, procesos y organización en el último año. Por otra parte, se identifica al otro grupo de variables ubicadas más hacia el centro del eje vertical, y que comprende a las variables que representan el esfuerzo en I+D y a la variable disponibilidad actual de tecnologías avanzadas. Cabe indicar que la variable nivel de eco-eficiencia (eficacia de escala) es la que se encuentra más cercana al punto de intersección de ambos ejes, por lo tanto no parece asociarse a ningún factor.

5. CONSIDERACIONES FINALES.

Al evaluar la eco-eficiencia de los establecimientos industriales seleccionados, se pudo considerar que su medición empírica puede ser cuantificada a partir de un conjunto de variables relativamente sencillas, cuyos datos son fáciles de recolectar porque provienen de información que los establecimientos industriales ya poseen. En cuanto a la elaboración del índice de eco-eficiencia, el método de análisis envolvente de datos mediante los avances en los programas computacionales de libre acceso, resultó pertinente para cuantificar la intensidad ambiental de los procesos productivos en relación a la tecnología actualmente disponible en cada establecimiento industrial. Las puntuaciones obtenidas permitieron caracterizar a los establecimientos industriales seleccionados según su nivel de eficiencia ambiental y realizar comparaciones según el nivel de contenido tecnológico y la rama de actividad a la que pertenecen.

En relación a la posibilidad de caracterizar los establecimientos industriales seleccionados a partir de su índice de eco-eficiencia y su desempeño en capacidad tecnológica, se identificaron 4 grupos distintivos. En el grupo 1, se encuentra un solo establecimiento industrial con un muy buen desempeño en la capacidad de innovación productiva y un elevado nivel de eco-eficiencia industrial. Esto no implica suponer la existencia de causación entre las variables. En el grupo 2, los establecimientos industriales presentan índices de eco-eficiencia similares a la media del total de establecimientos, pero los niveles de capacidad de innovación para las distintas variables consideradas son considerablemente más bajos que sus respectivas medias. El grupo 3 presenta establecimientos industriales con elevados niveles de eco-eficiencia conjuntamente con mayor representación de actividades relativas a I+D como a los gastos incurridos en estas actividades de innovación. En el grupo 4, los establecimientos industriales presentan un índice de eco-eficiencia similar a la media del conjunto de establecimientos, pero a la vez un elevado nivel de actividades relativas a las innovaciones de procesos, productos y organización. A excepción del grupo 2, se registra para los demás grupos una mayor disponibilidad de tecnologías avanzadas y mayores esfuerzos en el desarrollo de su capacidad de innovación tecnológica en los últimos 5 años.

En relación a la hipótesis nula (H_0) planteada para esta investigación, los resultados obtenidos de los factores de correlación generados estarían indicando que habría evidencia para no rechazarla, dado que el índice de eco-eficiencia no logra correlacionarse con ninguno de los factores identificados por medio de la rotación factorial. Asimismo, se ha verificado en principio que el índice de eco-eficiencia dentro de cada uno de estos factores no correlaciona con las variables de capacidad de innovación que fueron incluidas en cada uno de los factores obtenidos después de haber efectuado sus rotaciones. Por lo tanto, al haber podido eliminar la variable nivel de eco-eficiencia de ambos factores debido a sus bajas cargas factoriales, podría sugerirse que la capacidad de innovación tecnológica a nivel de firma pareciera no asociarse a los niveles de

eficiencia ambiental. Dada esta consideración, pareciera más apropiado empezar a caracterizar a los procesos de innovación a nivel de firma según su grado de innovación ambiental, otorgando así un rol significativo a la innovación orientada a prevenir o reducir sustantivamente los impactos y riesgos ambientales de los procesos de producción.

Como última consideración para resaltar a partir del desarrollo inicial del índice de eco-eficiencia aquí elaborado, se podrían asentar las bases para un programa sectorial de medición de eco-eficiencia con carácter periódico. Igualmente, cabe destacar que la metodología puede ser empleada para medir la eco-eficiencia a nivel de rama de actividad industrial. Consecuentemente, este enfoque sectorial de eco-eficiencia permitiría reflejar para cada rama de actividad industrial su eficiencia ambiental en relación a las presiones ambientales más representativas de cada una de las mismas. De esta forma, se podría después analizar cuál es el grado de asociación entre la intensidad ambiental y el desempeño en capacidad de innovación tecnológica por rama de actividad en el sector manufacturero del Gran Buenos Aires.

6. REFERENCIAS.

- [1] Dios-Palomares, R, Alcaide, D, Diz Pérez, J, Jurado Bello, M, Prieto Guijarro, A, Zúniga Gonzáles, C A (2014), "La eficiencia ambiental mediante análisis envolvente de datos: métodos y evidencias empíricas". Estado del arte de la bioeconomía y el cambio climático. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Red Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático: México.
- [2] Kousmanen, T, Kortelainen, M (2005). "Measuring eco-efficiency of production with data envelopment analysis", *Journal of Industrial Ecology*, 9(4):59-72.
- [3] Kuosmanen, T, Bijsterbosch, N, Dellink R (2009). 'Environmental cost-benefit analysis of alternative timing strategies in greenhouse gas abatement: A data envelopment analysis approach', *Ecological Economics*, 68(6):1633-1642.
- [4] Herrería, E R, Jäger, M D (2013). Cambio tecnológico y eficiencia de recursos en el sector manufacturero del Gran Buenos Aires, COINI 2013. Memorias del COINI 2013 UTN-FRSR. edUTecNe: Buenos Aires. (Libro digital)
- [5] Sposito, O, Dmitruk, A E (2014). Anuario de investigaciones resúmenes extendidos 2012. 1ª ed. San Justo: Universidad Nacional de La Matanza.
- [6] Coelli, T J (1996), A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program, CEPA Working Paper 96/8, Department of Econometrics, University of New England, Armidale NSW Australia.
- [7] SPSS Inc. (1997). *SPSS advanced statistics 7.5*. Chicago. 1ºed. SPSS Inc. United States of America.

Anexo:

Tabla 15. Índice de eco-eficiencia: eficiencia bajo retornos constantes y variables a escala.

No. de firma	Índices de eco-eficiencia				División del CIU Revisión 4		Contenido tecnológico
	Bajo retornos constantes a escala	Bajo retornos variables a escala	Eficiencia de escala	Rendimiento a escala	Rama de actividad industrial	Código	
1	0,65	0,69	0,95	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
2	0,46	0,78	0,59	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
3	0,64	0,67	0,95	creciente	Otra maquinaria y equipo	28	Medio-alto
4	0,58	0,61	0,95	decreciente	Productos alimenticios	10	Bajo
5	0,45	0,65	0,69	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
6	0,57	0,63	0,90	creciente	Productos textiles	13	Bajo
7	0,78	0,86	0,91	creciente	Productos de caucho y de plástico	22	Medio-bajo
8	0,67	0,68	0,99	creciente	Farmacéuticos, y medicinales	21	Alto
9	0,50	0,61	0,82	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
10	0,58	0,71	0,82	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
11	0,62	0,66	0,93	creciente	Productos de caucho y de plástico	22	Medio-bajo
12	0,81	0,83	0,97	decreciente	Otras industrias	32	Bajo
13	0,89	0,91	0,98	creciente	Papel y productos de papel	17	Bajo
14	0,59	0,71	0,83	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
15	0,65	0,74	0,88	creciente	Productos alimenticios	10	Bajo
16	0,50	0,83	0,60	creciente	Sustancias y productos químicos	20	Medio-alto
17	0,72	0,82	0,88	decreciente	Farmacéuticos, y medicinales	21	Alto
18	0,78	0,82	0,95	creciente	Productos textiles	13	Bajo
19	0,42	0,65	0,66	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
20	0,64	0,70	0,91	creciente	Muebles	31	Bajo
21	0,53	0,58	0,91	creciente	Productos de caucho y de plástico	22	Medio-bajo
22	0,68	0,70	0,97	creciente	Sustancias y productos químicos	20	Medio-alto
23	0,62	0,75	0,82	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
24	0,70	1,00	0,70	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
25	0,76	0,78	0,97	creciente	Papel y productos de papel	17	Bajo
26	0,75	0,78	0,97	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
27	0,74	0,77	0,97	creciente	Elaboración de bebidas	11	Bajo
28	0,68	0,72	0,94	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
29	0,64	0,75	0,86	creciente	Otra maquinaria y equipo	28	Medio-alto
30	1,00	1,00	1,00	-	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
31	0,64	0,80	0,80	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
32	0,80	0,82	0,98	decreciente	Productos textiles	13	Bajo
33	0,62	0,70	0,89	creciente	Productos textiles	13	Bajo
34	1,00	1,00	1,00	-	Otra maquinaria y equipo	28	Medio-alto
35	1,00	1,00	1,00	-	Papel y productos de papel	17	Bajo
36	0,70	0,81	0,87	creciente	Otras industrias	32	Bajo
37	0,72	0,83	0,87	decreciente	Sustancias y productos químicos	20	Medio-alto
38	0,64	0,71	0,90	creciente	Productos de caucho y de plástico	22	Medio-bajo
39	0,54	0,65	0,83	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
40	0,46	0,76	0,60	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
41	0,27	0,75	0,37	creciente	Farmacéuticos, y medicinales	21	Alto
42	0,39	0,82	0,48	creciente	Otra maquinaria y equipo	28	Medio-alto
43	0,15	0,85	0,18	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
44	0,75	0,83	0,90	creciente	Elaboración de bebidas	11	Bajo

45	0,76	1,00	0,76	creciente	Productos de caucho y de plástico	22	Medio-bajo
46	0,24	0,78	0,30	creciente	Productos de cuero y productos similares	15	Bajo
47	0,52	0,74	0,71	creciente	Muebles	31	Bajo
48	0,32	1,00	0,32	creciente	Productos minerales no metálicos	23	Medio-bajo
49	0,39	0,80	0,49	creciente	Muebles	31	Bajo
50	0,38	0,80	0,47	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
51	0,56	0,68	0,82	creciente	Otras industrias	32	Bajo
52	0,53	0,74	0,71	creciente	Otras industrias	32	Bajo
53	0,27	0,76	0,36	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
54	0,26	0,73	0,36	creciente	Otra maquinaria y equipo	28	Medio-alto
55	0,64	0,68	0,94	decreciente	Sustancias y productos químicos	20	Medio-alto
56	0,38	0,64	0,60	creciente	Productos textiles	13	Bajo
57	0,80	0,87	0,93	creciente	Impresión y reproducción de grabaciones	18	Bajo
58	0,52	0,89	0,59	creciente	Productos textiles	13	Bajo
59	0,61	0,85	0,72	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
60	0,60	0,71	0,85	creciente	Productos alimenticios	10	Bajo
61	0,43	0,92	0,47	creciente	Sustancias y productos químicos	20	Medio-alto
62	0,81	1,00	0,81	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
63	0,57	0,65	0,88	creciente	Otra maquinaria y equipo	28	Medio-alto
64	0,83	0,94	0,88	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
65	0,68	0,96	0,71	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
66	0,74	1,00	0,74	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
67	0,54	0,57	0,94	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
68	0,49	0,59	0,83	creciente	Madera, productos de madera y corcho	16	Bajo
69	0,46	0,75	0,61	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
70	0,39	0,92	0,42	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
71	0,76	0,80	0,94	creciente	Otra maquinaria y equipo	28	Medio-alto
72	0,44	0,90	0,49	creciente	Productos minerales no metálicos	23	Medio-bajo
73	0,67	0,95	0,71	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
74	0,22	0,61	0,36	creciente	Productos de caucho y de plástico	22	Medio-bajo
75	0,95	0,99	0,97	creciente	Otra maquinaria y equipo	28	Medio-alto
76	0,50	0,69	0,73	creciente	Otras industrias	32	Bajo
77	0,35	0,73	0,48	creciente	Productos de cuero y productos similares	15	Bajo
78	0,61	0,84	0,73	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
79	0,32	1,00	0,32	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
80	0,46	0,60	0,75	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
81	0,29	0,57	0,51	creciente	Productos de caucho y de plástico	22	Medio-bajo
82	0,25	0,68	0,37	creciente	Productos de cuero y productos similares	15	Bajo
83	0,50	0,79	0,63	creciente	Sustancias y productos químicos	20	Medio-alto
84	0,36	0,62	0,58	creciente	Productos de metal -ni maquinaria ni equipo-	24 y 25	Medio-bajo
85	0,34	0,63	0,53	creciente	Productos de informática, electrónica y óptica	26	Alto
86	0,31	0,65	0,47	creciente	Productos de caucho y de plástico	22	Medio-bajo
87	0,34	0,56	0,60	creciente	Sustancias y productos químicos	20	Medio-alto
88	0,63	0,76	0,83	creciente	Otra maquinaria y equipo	28	Medio-alto
89	0,52	0,72	0,73	creciente	Sustancias y productos químicos	20	Medio-alto

Tabla 3. Grupos de establecimientos industriales. Descriptivos estadísticos para su caracterización.

Grupo 2

Descriptivos	Nivel de eco-eficiencia	Disponibilidad actual de tecnologías avanzadas (equipos y softwares)	Capacidad de innovación tecnológica en los últimos 5 años	Nivel de actividades relativas a las innovaciones de producto y procesos en el último año	Nivel de actividades relativas a investigación y desarrollo (I+D) en el último año	Nivel de actividades relativas a las innovaciones organizacionales en el último año	Nivel de gastos destinados a investigación y desarrollo (I+D) como % del total de gastos
Casos	19	19	19	19	19	19	19
Media	,7200	,6541	,3886	,8271	,1842	,6754	,0516
Mediana	,8200	,7143	,4333	,8571	,0000	,6667	,0500
Moda	,82	,57(a)	,15(a)	1,00	,00	,83	,00
Desv. típ.	,24481	,26648	,21978	,16889	,24780	,21854	,05669
Mínimo	,18	,00	,03	,43	,00	,17	,00
Máximo	1,00	1,00	,80	1,00	,50	1,00	,20

a Existen varias modas. Se muestra el menor de los valores

Grupo 3

Descriptivos	Nivel de eco-eficiencia	Disponibilidad actual de tecnologías avanzadas (equipos y softwares)	Capacidad de innovación tecnológica en los últimos 5 años	Nivel de actividades relativas a las innovaciones de producto y procesos en el último año	Nivel de actividades relativas a investigación y desarrollo (I+D) en el último año	Nivel de actividades relativas a las innovaciones organizacionales en el último año	Nivel de gastos destinados a investigación y desarrollo (I+D) como % del total de gastos
Casos	8	8	8	8	8	8	8
Media	,8763	,6607	,3063	,4821	,2500	,1458	,2375
Mediana	,9150	,7143	,3000	,4286	,0000	,1667	,2000
Moda	,63(a)	,71	,27(a)	,43	,00	,00(a)	,20
Desv. típ.	,11160	,22828	,15012	,13088	,37796	,13909	,09161
Mínimo	,63	,29	,08	,29	,00	,00	,10
Máximo	,98	1,00	,57	,71	1,00	,33	,40

a Existen varias modas. Se muestra el menor de los valores.

Grupo 4

Descriptivos	Nivel de eco-eficiencia	Disponibilidad actual de tecnologías avanzadas (equipos y softwares)	Capacidad de innovación tecnológica en los últimos 5 años	Nivel de actividades relativas a las innovaciones de producto y procesos en el último año	Nivel de actividades relativas a investigación y desarrollo (I+D) en el último año	Nivel de actividades relativas a las innovaciones organizacionales en el último año	Nivel de gastos destinados a investigación y desarrollo (I+D) como % del total de gastos
Casos	61	61	61	61	61	61	61
Media	,7303	,1686	,1733	,3396	,0082	,1066	,0239
Mediana	,7500	,1429	,1333	,2857	,0000	,0000	,0000
Moda	,97	,00	,00	,00	,00	,00	,00
Desv. típ.	,20938	,21588	,18573	,27126	,06402	,15526	,05517
Mínimo	,30	,00	,00	,00	,00	,00	,00
Máximo	1,00	1,00	1,00	1,00	,50	,67	,30

Tabla 4. Descriptivos estadístico de las variables.

Descriptivos	Media	Desviación típica
Nivel de eco-eficiencia	,7437	,21323
Disponibilidad actual de tecnologías avanzadas (equipos y softwares)	,3194	,31800
Capacidad de innovación tecnológica en los últimos 5 años	,2387	,21780
Nivel de actividades relativas a las innovaciones de producto y procesos en el último año	,4623	,31359
Nivel de actividades relativas a investigación y desarrollo (I+D) en el último año	,0787	,21185
Nivel de actividades relativas a las innovaciones organizacionales en el último año	,2378	,28964
Nivel de gastos destinados a investigación y desarrollo (I+D) como % del total de gastos	,0499	,08424

Tabla 5. Comunalidades de las variables.

Variables	Inicial	Extracción
Nivel de eco-eficiencia	,067	,079
Disponibilidad actual de tecnologías avanzadas (equipos y softwares)	,363	,542
Capacidad de innovación tecnológica en los últimos 5 años	,435	,453
Nivel de actividades relativas a las innovaciones de producto y procesos en el último año	,627	,964
Nivel de actividades relativas a investigación y desarrollo (I+D) en el último año	,143	,225
Nivel de actividades relativas a las innovaciones organizacionales en el último año	,486	,488
Nivel de gastos destinados a investigación y desarrollo (I+D) como % del total de gastos	,145	,184

Método de extracción: Factorización de Ejes principales

Tabla 6. Varianza total explicada

Factor	Valores propios iniciales		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	2,806	40,081	40,080
2	1,207	17,240	57,321
3	,926	13,233	70,554
4	,783	11,189	81,743
5	,575	8,214	89,956
6	,443	6,327	96,283
7	,260	3,717	100,000

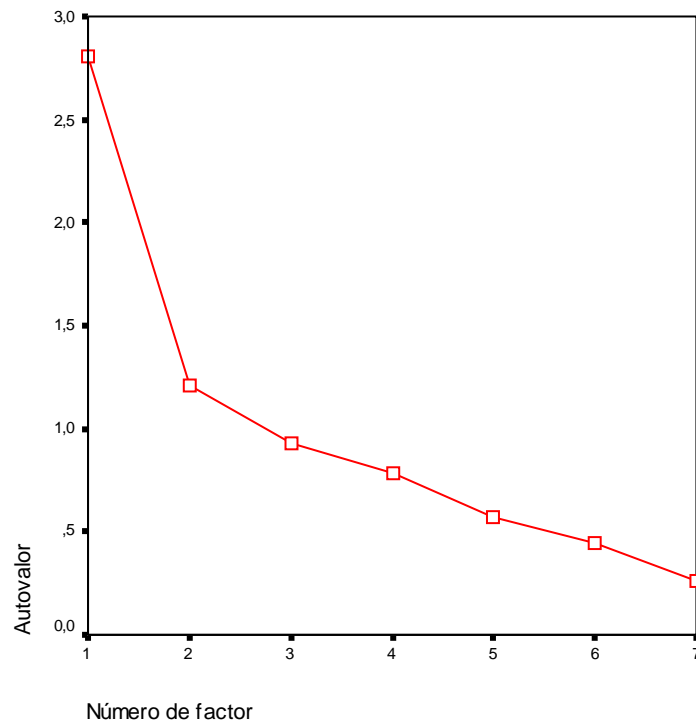


Figura 1. Figura de sedimentación de Cattell.

Tabla 7. Matriz factorial- 2 componentes extraídos

Variables	Factor	
	1	2
Nivel de eco-eficiencia	-,021	,281
Disponibilidad actual de tecnologías avanzadas (equipos y softwares)	,649	,347
Capacidad de innovación tecnológica en los últimos 5 años	,667	-,089
Nivel de actividades relativas a las innovaciones de producto y procesos en el último año	,931	-,313
Nivel de actividades relativas a investigación y desarrollo (I+D) en el último año	,356	,314
Nivel de actividades relativas a las innovaciones organizacionales en el último año	,691	-,104
Nivel de gastos destinados a investigación y desarrollo (I+D) como % del total de gastos	,278	,327

Método de extracción: Factorización del eje principal.
Requeridas 21 iteraciones.

Tabla 8. Matriz de factores rotados - Método de rotación: Normalización varimax con Kaiser

Variables	Factor	
	1	2
Nivel de eco-eficiencia	-,119	,255
Disponibilidad actual de tecnologías avanzadas (equipos y softwares)	,483	,555
Capacidad de innovación tecnológica en los últimos 5 años	,655	,153
Nivel de actividades relativas a las innovaciones de producto y procesos en el último año	,981	,039
Nivel de actividades relativas a investigación y desarrollo (I+D) en el último año	,221	,420
Nivel de actividades relativas a las innovaciones organizacionales en el último año	,683	,148
Nivel de gastos destinados a investigación y desarrollo (I+D) como % del total de gastos	,143	,405

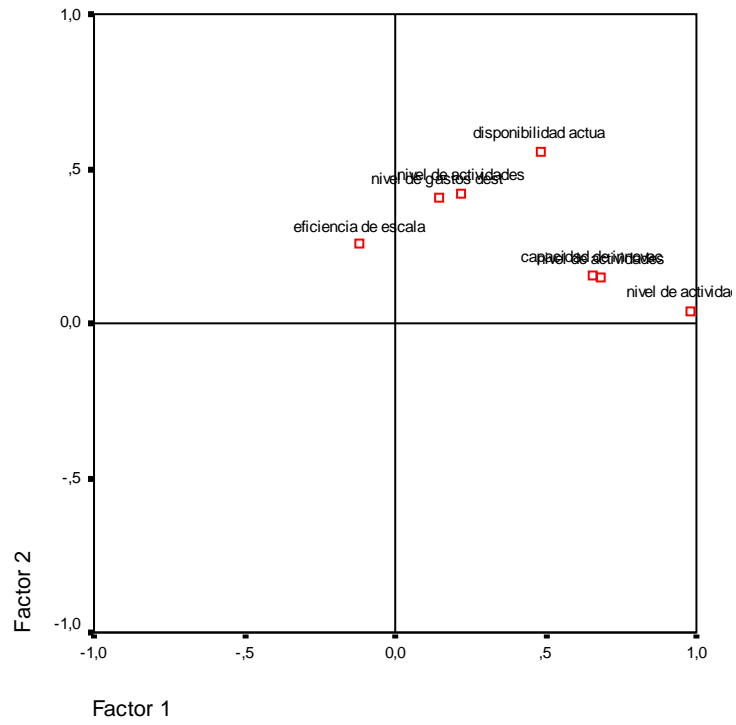


Figura 2. Gráfico de saturaciones en espacio factorial rotado.