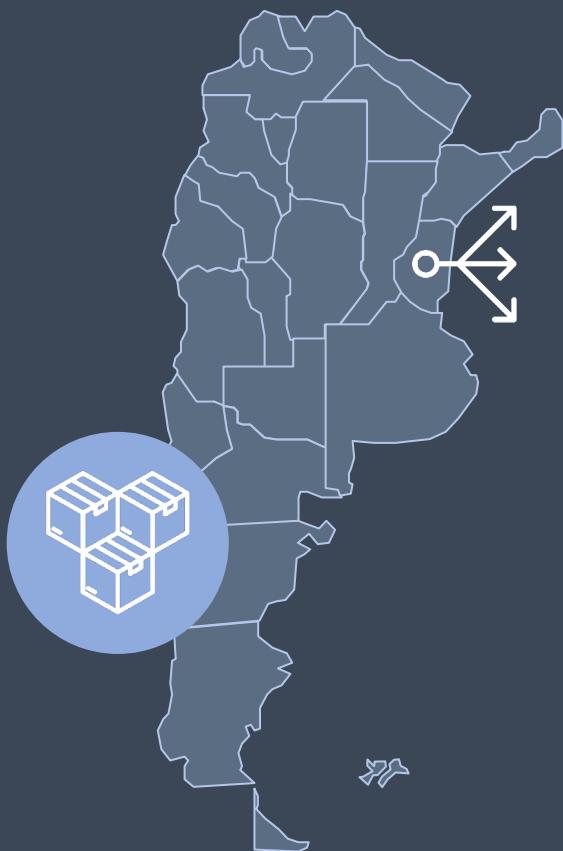


# Metodología: Complejidad Económica Provincial

---

Noviembre 2023



Ministerio de Economía  
Argentina

Secretaría de Industria  
y Desarrollo Productivo

**CEPXXI**  
CENTRO DE ESTUDIOS  
PARA LA PRODUCCIÓN



## • EQUIPO DE TRABAJO

- María Florencia Asef Horno
- Pablo Ernesto Sonzogni
- Gisella Pascuariello
- Lucas Terranova
- Ignacio Paola
- Ignacio Fumeo



## • COLABORACIÓN TÉCNICA Power BI y WEB

- Andrés Conchesso
- Susana Zavaletta
- Mariana Caspani
- Sebastián Canosa
- Lucía Martínez



# 1

## FUENTES DE INFORMACIÓN SOBRE EXPORTACIONES

### Exportaciones provinciales

Para las exportaciones provinciales de productos a 6 dígitos de desagregación del sistema armonizado<sup>1</sup> del período 2005-2022 se utilizaron bases del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina (INDEC) y de Aduanas. Particularmente, para el período 2005-2017 la información es exclusivamente de INDEC. Mientras que para el período 2018-2022 se utilizó datos de INDEC que fueron complementados con información de Aduana (a partir de 2018, INDEC no publica información para algunas posiciones a 6 dígitos para ciertas provincias por secreto estadístico). Esto genera algunas diferencias para ese período entre los datos exhibidos en este estudio e INDEC.

En este análisis se excluyen los datos de exportación de Argentina relativos a *plataforma continental, extranjero*<sup>2</sup> e *indeterminados*<sup>3</sup> dada la imposibilidad de asignarle algún origen subnacional. Por ello, el monto que se obtiene al agregar las exportaciones de las 24 provincias no coincide exactamente con el total exportado por Argentina según las estadísticas de comercio exterior de INDEC. Por el mismo motivo, los totales de exportación por partida arancelaria que surgen de la agregación entre provincias pueden no coincidir exactamente con los datos oficiales de INDEC, ya que los montos exportados de las partidas arancelarias que corresponden a *plataforma continental, extranjero* o *indeterminado* quedan excluidos de este análisis.

Los datos de exportaciones provinciales por producto se muestran en diferentes niveles de agregación de acuerdo a diferentes formas de clasificar los productos:

- *Grandes Rubros*: se construyó en base a las categorías de grandes rubros de INDEC. Esta última incluye: productos primarios (PP), manufacturas de origen agropecuario (MOA), manufacturas de origen industrial (MOI), y combustibles y energía (CyE). A partir de estas clasificaciones, se excluyó las exportaciones mineras englobadas en estas categorías y se consideró como un rubro aparte bajo "MIN". La identificación de productos de exportación vinculados a la minería fue realizada a partir de insumos provistos por la Secretaría de Minería y se incluyeron todos los productos relacionados a la minería metalífera y no metalífera -litio-, rocas de aplicación, piedras preciosas y semipreciosas. Así, se reclasifican bajo minería posiciones arancelarias, que siguiendo la metodología original de INDEC, corresponden a PP, MOA o MOI, para brindar visualizaciones más precisas en lo que refiere a las exportaciones del sector minero.

1 Para las desagregaciones de productos a 6 dígitos se utilizó el sistema armonizado internacional de 2017 (HS 2017), que se puede encontrar [acá](#).

2 De acuerdo a INDEC, "extranjero" incluye mercaderías de origen extranjero y "plataforma continental" refiere a aquellas exportaciones cuya producción, elaboración o transformación se realizan dentro de los límites de la plataforma continental.

3 De acuerdo a INDEC, las exportaciones clasificadas bajo "indeterminadas" son aquellas a las cuales no se les pudo asignar un origen provincial específico.



- *Contenido Tecnológico*: esta clasificación se elaboró en base a Lall (2000)<sup>4</sup>. Para su construcción se partió de un conversor entre las categorías de Lall y el sistema armonizado HS92. Luego, para las versiones posteriores del sistema armonizado, se vincularon las posiciones con las del HS92, a partir de las correspondencias reportadas por Naciones Unidas<sup>5</sup>, y se asoció cada posición para cada versión del sistema armonizado con su correspondencia con las clasificaciones de Lall. Luego, se optó por adaptar las 10 categorías originales postuladas por Lall, a partir de la agregación de las que presentan igual contenido tecnológico. Como resultado de esto, se obtuvieron las siguientes categorías finales: Productos Primarios, Manufacturas basadas en recursos naturales, Manufacturas de baja tecnología, Manufacturas de tecnología media, Manufacturas de alta tecnología, y Otros.
- *Sección*: refiere a las secciones del sistema armonizado internacional en su versión de 1992 (HS92), que es utilizado para la identificación de productos en el comercio global por parte de la Organización Mundial de Aduanas. De acuerdo a este criterio, se tiene 10 grupos de distintos productos. Estos son: Agro, Alimentos y Bebidas, Minerales y Combustible, Químicos, Textiles, Minerales no Metálicos y Metales Preciosos, Metales, Maquinaria, Electrónica, Vehículos, y Otros (ver detalle de productos incluidos en estas categorías en la tabla 1 del anexo).

## Comercio global

Para los cálculos de ventaja comparativa revelada, complejidad, centralidad, espacio producto, distancia, potencialidad y otros indicadores adicionales fue necesario utilizar los datos de exportaciones por producto del resto de los países del mundo. La fuente utilizada para los datos de comercio exterior a nivel mundial fue la de [BACI](#) publicada por parte del Centro de Investigaciones en Economía Internacional conocido como CEPII<sup>6</sup>. Esta base es elaborada en base a los datos informados por la División de Estadísticas de Naciones Unidas (UN COMTRADE), sobre la cual se hacen correcciones en los flujos de comercio bilaterales para evitar duplicaciones y errores de reportes, entre otras cuestiones. Esta base también es utilizada en el Observatorio de Complejidad Económica ([OEC](#)) para los mismos cómputos por parte de César A. Hidalgo.

Cabe mencionar, que el Centro de Investigaciones en Crecimiento de Harvard, conocido como “Growth Lab”, que elabora el [Atlas de Complejidad Económica](#) todos los años, utiliza directamente la base de COMTRADE de Naciones Unidas, pero sobre la misma llevan a cabo un proceso de limpieza y consolidación de la información. Al comparar ambas bases, las de BACI y del Atlas, existen diferencias para un sinnúmero de países, por lo cuál los resultados finales de ciertos indicadores pueden no coincidir en este tablero con lo publicado por el Atlas de Harvard (aún cuándo se implementara la misma metodología).

4 Lall, S. (2000). The Technological structure and performance of developing country manufactured exports, 1985-98. *Oxford development studies*, 28(3), 337-369.

5 Tablas de correspondencias publicadas por la División de Estadísticas de Naciones Unidas en <https://unstats.un.org/unsd/classifications/Econ>.

6 Gaulier, G. and Zignago, S. (2010). BACI: International Trade Database at the Product-Level. The 1994-2007 Version. CEPII Working Paper, N°2010-23.



Particularmente para Argentina, se encontró que en BACI las exportaciones publicadas son menores a las de INDEC<sup>7</sup> y estas diferencias vinieron dadas por las posiciones que poseen secreto estadístico desde 2018 (y por lo tanto su información no es pública). Por ello, se procedió a reemplazar los datos de BACI para Argentina por los de INDEC a seis dígitos de desagregación de productos.

Adicionalmente, en lugar de trabajar con los más de 200 países que reportan sus datos de exportaciones en el mundo, siguiendo a la metodología implementada por el [Atlas de Complejidad Económica](#), se decidió utilizar una muestra más reducida de países que cumplieran con los siguientes criterios:



- Población mayor a un millón de habitantes
- Exportaciones anuales superiores a los USD 1.000 millones
- Confiabilidad de los datos<sup>8</sup>

A partir de aplicar el primer y segundo criterio se llega a una muestra de aproximadamente 144 países, sobre los cuales se analiza si restan países con problemas de confiabilidad de datos. Para ello, a partir de analizar las muestras de países utilizadas por el Atlas de Harvard, se decide eliminar 11 países que no estaban contenidos en su muestra y que podría adjudicarse a problemas de confiabilidad. La muestra final de países con la que se elaboran todos los cálculos es de 133 países.

En términos de productos, algunas investigaciones especifican ciertos criterios para filtrar ciertos productos y trabajar sobre un conjunto de productos menor. Por ejemplo, OEC sólo considera en su análisis productos con exportaciones anuales globales iguales o superiores a los USD 500 millones.

Sin embargo, si bien se hicieron diferentes pruebas con y sin eliminar productos, incluso considerando eliminar el 5% de los productos menos exportados globalmente, dado los resultados obtenidos en cada prueba, se decidió no eliminar productos y mantener la totalidad de los 5.381 productos a 6 dígitos del HS 2017 que reporta BACI<sup>9</sup>.

7 Con exactitud, BACI reporta 9 mil millones menos que INDEC.

8 Este procedimiento de limpieza de datos de comercio global es conocido como el método Bustos-Yıldırım.

9 Si bien la clasificación HS17 reporta 5.384, BACI excluye anonimizados (999999) y monedas (711810 y 711890), lo que da como resultado los 5.381 referidos. Estas posiciones no fueron consideradas en el análisis al no contar con información internacional para su análisis.



## 2

## ESPACIO DEL PRODUCTO Y COMPLEJIDAD ECONÓMICA

Lo que da inicio a todos los indicadores de la literatura de complejidad económica es el cálculo de *ventajas comparativas reveladas* (VCR). Esto es por que las VCR permiten asociar productos a países de acuerdo a la “intensidad” relativa con la que exporta un país un bien en relación al resto del mundo, revelando por ello una ventaja relativa en ese bien. Para calcularlas se sigue la metodología planteada por el Atlas de Complejidad Económica<sup>10</sup>, que presenta algunas diferencias con el cálculo tradicional de Balassa<sup>11</sup>. En efecto, se considera una versión suavizada, tomando el ratio de participación de cada país en el comercio mundial como un promedio de los últimos 3 años en lugar de solamente el último (ver ecuación 1). Dadas las particularidades causadas por la pandemia de COVID-19, se opta por omitir el año 2020, y calcular los ratios promedios según datos de comercio internacional de 2018, 2019 y 2021.

$$VCR_{c,i} = \frac{\frac{X_{ci}}{\sum_c X_{ci}}}{\frac{\sum_i X_{ci}}{\sum_{c,i} X_{ci}}} \quad (1)$$

$X_{c,i}$  son las exportaciones del país  $c$  para el producto  $i$  y  $VCR_{c,i}$  representa el nivel de ventajas comparativas reveladas del país  $c$  para el producto  $i$ . Así,  $VCR_{c,i}$  es un ratio que indica la participación de las exportaciones del país  $c$  del producto  $i$  en el total exportado globalmente del producto  $i$  vs la participación de las exportaciones de ese país en comercio global de bienes. Cuando  $VCR_{c,i}$  es mayor a 1 se dice que el país  $c$  presenta una ventaja comparativa revelada en el bien  $i$ , dado que lo exporta con mayor “intensidad” que el resto del mundo. De esta manera, al utilizar este índice en el resto de los cálculos que siguen, sólo se considerará las exportaciones de bienes para cada país dónde existe VCR, es decir en dónde existe una especialización productiva por parte del país o bien son consideradas sólo las exportaciones que son “relativamente” altas para cada país. Cabe mencionar, que algunos estudios consideran no utilizar este “umbral” para considerar las exportaciones de los países para realizar los cálculos subsiguientes y se procede directamente a considerar todos los bienes exportados por un país (ver Freire, 2017<sup>12</sup>).

En base a este calculo, se construye la matriz de ventajas comparativas,  $M_{c,i}$ , que vinculan todos los países y los productos entre sí, indicando la especialización productiva de cada país. Las dimensiones de esta matriz viene dada por la cantidad de países y productos considerados en el este estudio, dónde cada entrada de la matriz es 1 si el país  $c$  exporta el bien  $i$  con VCR mayor a 1 y es 0 en caso contrario.

10 Hausmann, R., Hidalgo, C., Bustos, S., Coscia, M., Chung, S., Jimenez, J., Simoes, A., Yildirim, M. (2013). The Atlas of Economic Complexity. Cambridge, MA: MIT Press.

11 Balassa, B. (1965). Trade liberalization and “revealed” comparative advantage 1. *The Manchester school*, 33(2), 99-123.

12 Freire, C. (2017). Diversification and Structural Economic Dynamics. UNU-Merit/MGSoG dissertation series, No. 191. Boekenplan. Maastricht.



En base a la matriz de ventajas comparativas resultante, siguiendo a Hidalgo y Hausmann (2007<sup>13</sup>), se procede al cálculo de *proximidad* entre dos productos. De acuerdo a los autores, la *proximidad* entre productos es la (mínima) probabilidad que existe de exportar un producto con ventaja relativa dado que se exporta el otro. Dado que las probabilidades condicionales de exportar el bien  $i$  dado que se exporta el bien  $j$  con VCR no es necesariamente igual a la de exportar el bien  $j$  dado que se exporta  $i$  (no son simétricas), es que se toma la mínima probabilidad.

$$\phi_{i,j} = \min \{P(X_i|X_j), P(X_j|X_i)\} \quad (2)$$

Donde  $\phi_{i,j}$  representa la *proximidad* entre el producto  $i$  y el producto  $j$ . Esta *proximidad* es calculada a partir de los datos de comercio de todos los países considerados en el estudio. Para los autores, existe diferentes factores que llevan a que exista esta conexión entre productos como ser la intensidad de uso de capital, trabajo, tierra, el nivel de sofisticación tecnológica requerida para su producción, factores institucionales, entre otros, que se materializan en la medida de proximidad. Así, dos productos con alta proximidad, se asume que requieren similares insumos, conocimientos, tecnologías y, por ello, es que se suelen producir simultáneamente con ventaja relativa comparada en los países.

A partir de calcular las proximidades para cada par de productos, se construye la matriz de proximidades – que es simétrica - con dimensiones igual a la cantidad de productos considerados en el estudio y dónde cada entrada  $i, j$  viene dada por la mínima probabilidad condicional de exportar esos productos con VCR. Esta matriz es el principal insumo utilizado para construir el *Espacio de Productos*.

Antes de proceder a desarrollar el cómputo del *Espacio de Productos*, se detalla cómo se calcula la medida de *centralidad* de cada producto. Primero, de acuerdo a Hausmann et. al. (2013<sup>14</sup>), la centralidad es un indicador de qué tan interconectado está un producto con el resto de los productos. Así, para el producto  $i$  su medida de centralidad viene dada por:

$$Centralidad_i = \frac{\sum_j \phi_{i,j}}{J} \quad (3)$$

Donde,

- $\sum \phi_{ijt}$  = suma de proximidades del bien  $i$  con el bien  $j$
- $J$  = cantidad total de productos de la muestra excluyendo el bien  $i$

La ecuación 3, indica que la centralidad para un producto  $i$  es el promedio simple de las proximidades de ese producto con el resto de los productos. A mayor centralidad, más cercano se encuentra ese producto al resto, lo cuál puede interpretarse cómo que más interconectado se encuentra (está en la parte más densa del Espacio Producto, ver gráfico de nodos). De esta forma puede evaluarse qué producto se encuentra más “conectado” a otros bienes dentro del Espacio de Productos.

13 Hidalgo, C.A., Klinger, B., Barabasi, A.-L. y Hausmann, R. (2007), "The Product Space Conditions the Development of Nations", *Science*, vol. 317, N° 5837, 27 de julio.

14 Hidalgo, C. A. y Hausmann, R. (2009), "The building blocks of economic complexity", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 106, N° 26, 30 de junio.



Se procede a detallar la metodología empleada para la construcción del *Espacio de Productos* pero primero es necesario entender a qué refiere. El espacio de productos se puede pensar como una mapa de posibilidades de diversificación productiva para una economía, ya que representa visualmente todas las interrelaciones que existen entre los productos a partir de sus proximidades. En esta visualización, cada *nodo* es un producto y se muestra las interconexiones más importantes de ese producto. Se representa la distancia relativa de ese bien con el resto utilizando *líneas* que conectan a los productos/nodos entre sí indicando cuán próximos o lejanos están según las medidas de proximidad.

Para la construcción del Espacio de Productos se parte de la matriz de proximidades (calculada a partir de los  $\phi_{i,j}$ ). En este caso, para simplificar la visualización, se optó por graficar usando la clasificación de productos HS17 a una desagregación de 4 dígitos (el total de productos considerados desciende de 5.381 a 1.222).

La matriz de proximidades empleada como insumo contiene la proximidad de cada producto respecto a todo el resto con una dimensionalidad de 1.222 x 1.222. Lógicamente, no son todos los vínculos los que se grafican, sino que se realiza una “priorización” de los vínculos a ser graficados. A su vez, también se hace un filtro de los productos a ser representados excluyendo aquellos con menos interconexiones o más aislados del resto (con baja participación en el comercio global e incluso en la canasta exportadora de Argentina). Respecto a la priorización de los vínculos, siguiendo la metodología empleada por el Atlas de Complejidad Económica (2013) y por Hausmann et al. (2007), se procedió a realizar los siguientes pasos:

1. Primero, se utilizó el método de árbol recubridor máximo (en inglés conocido como *maximum spanning tree*). Esto permite identificar un vínculo por nodo priorizando aquellos vínculos que maximizan la suma total de proximidades, es decir este procedimiento garantiza el mínimo número de vínculos que tienen la mayor suma agregada de proximidades. Se utilizó el algoritmo de Kruskal para su computo.
2. Luego, después de obtener estos vínculos priorizados igual al nro de productos considerados menos 1, se sumaron las siguientes mil interconexiones más importantes en términos de sus valores de proximidad.

Para efectuar la visualización, la metodología original consiste en aplicar un algoritmo direccional de fuerza para grafos, que emula la forma en que las cargas eléctricas se repelen unas a otras, siendo ahora los productos graficados representativos de estas cargas. Así, la visualización deja en la parte densa y central del grafo a los productos con más conexiones, mientras que los que están pocos conectados son empujados hacia los vértices. Si bien se llevó a cabo este procedimiento, el gráfico de grafos resultante no terminaba con la misma disposición en el eje cartesiano x-y que el del Atlas de Complejidad Económica (2013) dado que este último realizan modificaciones adicionales para su simplificación gráfica y mejorar la disposición en el plano de los nodos. Por ello, para facilitar la comparabilidad con el Atlas de Complejidad Económica de Harvard, se optó por utilizar el archivo JSON que dispone la ubicación de los nodos y las conexiones, que pone a disposición Harvard. De esta manera, el número final es de 866 nodos de productos visualizados, vinculados a través de 2532 conexiones.



Sobre la base de este Espacio Producto, para cada provincia, se procedió a identificar los nodos que correspondía a productos que exporta con VCR (a una desagregación de 4 dígitos del HS 2017). Así, para cada provincia, se tiene que los nodos coloreados representan productos que exporta con VCR y los nodos sin colorear productos que no exporta o bien si lo hace es sin VCR.

Como camino paralelo al del Espacio de Producto aparecen, desde la misma raíz del cálculo de ventajas comparativas, los siguientes indicadores: el Índice de Complejidad Económica (ICE) de un país e Índice de Complejidad del Producto (ICP). El camino hacia su cálculo se inicia a partir de los conceptos de diversidad y de ubicuidad. El primero no es más que la suma -para nuestro cálculo, en el año 2021- de la cantidad de productos en que tiene ventajas comparativas cada país, mientras que la segunda refiere a la cantidad de países que exportan con ventajas cada producto (ubicuidad).

$$Diversidad_c = k_{c,0} = \sum_i M_{ci} \quad (4)$$

$$Ubicuidad_i = k_{i,0} = \sum_c M_{ci} \quad (5)$$

A partir de las ubicuidades y diversidades iniciales (en niveles), se procede, a través del método de las reflexiones<sup>15</sup>, a ponderar la diversidad de cada país por la ubicuidad de sus exportaciones con VCR; del mismo modo que se pondera la ubicuidad de cada producto por la diversidad de los países que lo exportan con ventajas. Esto se hace a través de iterar una y otra vez los promedios de una variable sobre la otra.

Para denominar estas iteraciones, los autores de estos trabajos originales denominan  $K_{i0}$  y  $K_{c0}$  a la diversidad (iteración 0 de productos) y ubicuidad (iteración 0 de productos). Las sucesivas iteraciones promedian las ubicuidades de todo lo exportado por el país, o las diversidades de todos los países que exportan cada producto. Así se llega hasta  $K_{i1}$  y  $K_{c1}$ . Se repite iterativamente el proceso de forma sucesiva. Así, cada iteración impar sirve de medida de complejidad para los productos, mientras que cada iteración par sirve de medida de complejidad para los países. Esto es así ya que lo deseable es que ambas se vinculan de forma positiva con el indicador, de modo que a más grande el indicador, mayor la complejidad.

$$k_{c,N} = \frac{1}{k_{c,0}} \sum_i M_{ci} k_{i,N-1} \quad (6)$$

$$k_{i,N} = \frac{1}{k_{i,0}} \sum_c M_{ci} k_{c,N-1} \quad (7)$$

15 Este método es empleado para los cálculos de complejidad económica por los autores originales de esta literatura a partir de Hidalgo, C., y Hausmann, R. (2009). The Building Blocks of Economic Complexity. CID Working Papers 186, Center for International Development at Harvard University.



De los trabajos del tópico que emplean este método para calcular índices de complejidad económica, existe cierta divergencia a la hora de la decisión de qué iteración elegir como resultado final. Esto sucede en parte porque, a partir de cierta iteración, las variabilidad entre una y otra tiende a aplacarse. Sólo por citar algunos ejemplos, se puede tomar la iteración 13 obtener la complejidad de los productos mesurando su ubicuidad<sup>16</sup>, o la iteración 15 para obtener el mismo indicador<sup>17</sup>, o la iteración 17 para ponderar la ubicuidad de los productos y la 16 para ponderar la diversidad de los países y obtener su complejidad. En este trabajo optamos, como en este último caso, por las 16 y 17<sup>18</sup>. De este modo, se toma la iteración número 16  $K_{c16}$  como Índice de Complejidad Económica (ICE) y la iteración número 17  $K_{c17}$  como Índice de Complejidad de Productos (ICP).

Además de las referencias bibliográficas que sustentan dicha elección, la misma fue consecuencia de múltiples pruebas con los resultados de los índices publicados por Atlas-Harvard. A partir de tomar la misma clasificación de productos (HS07 a 6 dígitos) las iteraciones elegidas minimizan la suma de la diferencia cuadrática con dichos resultados, tanto para ICE como para ICP.

Finalmente, para llegar al índice final, se procede a normalizar la distribución, siguiendo la metodología planteada en el Atlas. De modo que tanto el ICE como el ICP finales tienen media en 0, y cada unidad entera adicional indica un desvío estándar por encima de este promedio.



## 3

## COMPLEJIDAD ECONÓMICA SUBNACIONAL

Para el cálculo de complejidad económica a nivel subnacional, el único indicador faltante, dado lo hecho previamente, son las ventajas comparativas por provincia en su versión tradicional, de Balassa (ver cita en nota al pie número 11).

$$VCR_{prov,i} = \frac{X_{prov,i}}{\frac{\sum_c X_{prov,i}}{\sum_i X_{c,i}}} \quad (8)$$

16 Javorcik, B., Lo Turco, A. y Maggioni,D. (2018). New and Improved: Does FDI Boost Production Complexity in Host Countries?. *Economic Journal, Royal Economic Society*, vol. 128(614), páginas 2507-2537.

17 Maggioni, D., Lo Turco, A. y Gallegati, M. (2016). Does product complexity matter for firms' output volatility?. *Journal of Development Economics, Elsevier*, vol. 121(C), pages 94-109.

18 Donoso, V y Martín, V. (2017). Complejidad económica y densidad productiva como fuentes de competitividad. *Estudios de economía aplicada*, Vol. 35, N° 1, páginas. 85-110.



Estas se obtienen al comparar los ratios de exportaciones provinciales por producto con los mundiales. En aquellas posiciones en las que las exportaciones provinciales representan relativamente mayor proporción de la canasta exportadora que en las medias mundiales, ese producto tiene ventajas comparativas. De forma simplificada, tienen VCR para una provincia aquellos productos en que el *share* provincial es mayor que el mundial.

A partir de determinar la cantidad de productos con ventajas comparativas a nivel provincial, la complejidad económica subnacional se obtiene considerando el Índice de Complejidad del Producto, previamente calculado tal como fue descrito en la sección anterior. Así, siguiendo la metodología planteada por el [Observatorio de Complejidad Económica](#) -OEC por sus siglas en inglés-, el promedio simple de Índices de Complejidad de Productos en los que una provincia tiene Ventajas Comparativas Reveladas resulta en el Índice de Complejidad Económica Subnacional o Provincial que le corresponde a esa provincia.

$$ICE_{prov} = \frac{1}{M_c} \sum_i M_{prov,i} ICP_i \quad (9)$$

## 4

## ESTRATEGIAS

De la misma manera que se señaló en secciones previas, es posible identificar desplazamientos dentro del Espacio de Productos a partir de las ventajas comparativas que efectivamente tienen las provincias<sup>19</sup>. La lógica que subyace a dichos movimientos viene dada por la idea de avanzar hacia los productos que estén más “cerca” de los producidos actualmente. De igual forma, dada la multiplicidad de estos últimos, es necesario tener en consideración una serie de indicadores o criterios de forma tal de encontrar el camino futuro más virtuoso (lo que se denominará ‘estrategias’).

Se hizo ya referencia al concepto de Proximidad (sección 2), que mide la similitud entre un par de productos. Para poder avanzar en términos de estrategias, interesa cuantificar la “distancia”, definida por la literatura como la suma de las proximidades que conectan un nuevo producto  $i$  con todos los productos que la provincia no está exportando actualmente. En términos del cálculo, la distancia surge del ratio entre la suma de todas las proximidades de cada producto sin ventajas con todo el resto de los productos sin ventajas para cada provincia, sobre la sumatoria de las proximidades de ese producto sin ventajas para la provincia contra todo el resto de los productos (ver ecuación 10). Por su parte, la densidad se obtuvo como 1-distancia.

19 Si bien la literatura suele presentar estos indicadores a nivel país, en la presente metodología se trabaja con desagregación provincial, por eso la referencia se hace a dicha escala.



$$d_{ci} = \frac{\sum_i (1 - M_{ci}) \phi_{j,i}}{\sum_i \phi_{j,i}} \quad (10)$$

Donde:

- $\sum_i \phi_{i,j}$  suma de proximidades del bien  $i$  con el bien  $j$ , donde  $j$  refiere a los demás productos;
- $1 - M_{prov,i}$  variable indicadora que toma valor 0 si la provincia tiene VCR en ese bien y 1 si no tiene VCR.

En otras palabras, la distancia es la proporción ponderada de productos conectados al bien  $i$  que la provincia  $c$  no está exportando. Los pesos (ponderaciones) están dados por las proximidades. Si la provincia exporta la mayoría de los bienes conectados al producto  $i$ , entonces la distancia será pequeña, cercana a 0. Pero, si la provincia sólo exporta una pequeña proporción de los productos relacionados con el producto  $i$ , la distancia será grande (cercana a 1).

Entonces, la distancia proporciona la noción de qué tan lejos está cada producto dada la combinación actual de exportaciones provinciales. Sin embargo, sería útil tener una medida integral de las oportunidades implicadas por la posición de una provincia en el espacio de productos, lo que en buena medida puede verse a partir de la complejidad. En efecto, los países que fabrican productos relativamente complejos, dados sus niveles actuales de ingresos, tienden a crecer más rápido. El mismo razonamiento puede aplicarse al caso provincial. A partir de la inclusión tanto de la distancia como de la complejidad es posible dar cuenta de que algunas provincias pueden estar cercanas a pocos productos, con escasa conexión y relativamente simples (poco complejos), mientras que otras pueden estar próximas a una densa cantidad de productos, altamente conectados y complejos. Esto significa que las provincias no difieren sólo en lo que producen/exportan, sino también en cuáles son sus oportunidades.

En el Atlas de la Complejidad Económica de Harvard se hace referencia al "valor de oportunidad" ("Economic Complexity Outlook Index" (COI) en inglés) de las perspectivas no explotadas por un país (provincia). Allí se suma el nivel de complejidad de los productos actualmente no exportados, ponderados por su cercanía al conjunto de exportaciones actuales del país (provincia, dado nuestro objetivo). La expresión algebraica viene dada por:

$$VO_{prov} = (1 - d_{prov,j}) (1 - M_{prov,j}) ICP_j \quad (11)$$

Donde:

- $ICP$  representa el Índice de Complejidad del Producto que se pasaría a producir;
- $1 - d_{prov,j}$  es la cercanía (1 - distancia);



- $1 - M_{prov,j}$  puede adoptar dos valores: 0 en caso de que el producto esté siendo exportado (en cuyo caso no se analiza) y 1 si no se está exportando (foco del análisis).

Un mayor “valor de oportunidad” implica estar cerca de más productos y/o de productos que son más complejos. En otras palabras, es la distancia a la actual canasta de exportaciones (con VCR) ponderado por la complejidad de cada producto.

El “valor de oportunidad” abre la puerta a la métrica de mayor interés para esta sección, “la ganancia de oportunidad” o “potencialidad”, como se la renombra en el tablero (y como se la llamará de ahora en más), entendida como el beneficio potencial para una provincia (*prov*) en caso de que decidiera moverse hacia un nuevo producto en particular (*j*). Esto se calcula como el cambio en el “valor de oportunidad” que se obtendría como consecuencia del desarrollo de dicho nuevo producto *j*. Así, la Potencialidad cuantifica la contribución de un nuevo producto a la hora de abrir las puertas a productos cada vez más complejos. En términos del cálculo, se resta el puntaje actual de Potencialidad de la provincia del puntaje de Potencialidad calculado después de agregar el nuevo producto (con VCR) a la canasta de exportación actual. Formalmente:

$$Potencialidad_{prov,j} = \sum_i \frac{\phi_{j,i}}{\sum_n \phi_{n,i}} (1 - M_{prov,i}) ICP_i - (1 - d_{prov,j}) ICP_j \quad (12)$$

Donde:

- *j* se refiere al nuevo bien a incorporar, que actualmente la provincia no exporta con VCR;
- *i* representa a los demás productos con los cuales el producto *j* está conectado en el espacio de productos y tampoco se exportan con VCR;
- *n* engloba a todos los productos con los cuales el producto *j* está conectado en el espacio de productos.

Así, en el primer término (lo que está a la izquierda del signo “-”) se tiene:

- $\phi_{i,j}$  es la proximidad *i* con *j*;
- $\sum \phi_{n,i}$  es la sumatoria de las proximidades de *i* con el resto de los productos (inclusive *j*) que se utiliza para normalizar la proximidad del numerador y relativizar todas las proximidades con *j*;
- $ICP_i$ , como fuera explicado, es la complejidad del producto *i*;
- $1 - M_{prov,i}$  variable indicadora, que toma valor 0 si la provincia tiene VCR en ese bien y 1 si no tiene VCR.

De esta forma, dicho primer término hace referencia a la sumatoria de la proximidad de “*j*” con todos los productos que la provincia no exporta con VCR, ponderado por la complejidad del bien “*i*”.



Por su parte, en el segundo término se cuenta con:

- $1 - D_{prov,j}$ , que es la cercanía (1 - distancia) del producto  $j$  a la actual canasta exportadora con VCR;
- $ICP_j$  es la complejidad del producto  $j$ .

En suma, la Potencialidad mide cuánto cambiará el "valor de oportunidad" de un país (provincia) si logra desarrollar la capacidad para exportar el producto en cuestión con ventaja comparativa. Así, el índice de potencialidad cuantifica la participación de un nuevo producto en el caso de abrir las puertas a productos cada vez más complejos.

De acuerdo a lo que fue expuesto, se cuenta con los tres indicadores clave (potencialidad, distancia y complejidad) para el cálculo de las estrategias hacia las cuales las provincias podrían moverse. Ahora bien, antes de obtenerlas, se ha reducido el total de productos elegibles: por un lado, se eliminaron aquellos cuya complejidad estuviera por debajo de la media de cada provincia, de forma tal de asegurar que las opciones disponibles implicaran ganancia de complejidad efectiva; por el otro, se descartó el 25% de los productos que estuvieran dentro de la cola inferior de distribución en términos de densidad (1-distancia), de manera de filtrar a los más distantes en relación a las exportaciones actuales de las provincias. Finalmente, sobre los productos restantes, se trabajó con los primeros 200 para cada estrategia<sup>20</sup>.

Una vez obtenidos los productos de interés, se procede a calcular cada una de las tres estrategias. La razón por la que se trabajó con varias radica en que, en la búsqueda de una canasta exportadora más diversificada y de mayor complejidad, una provincia puede optar por diferentes caminos, de acuerdo a qué pondere más: "potencialidad", "complejidad" y "distancia". La primera mide las "puertas" que se abren a otros productos más complejos en caso de pasar a exportar con VCR ese producto, y viene dada por la Potencialidad. Complejidad y distancia refieren a los indicadores con mismo nombre, explicados previamente.

A partir de esos tres indicadores, se construye: i) la estrategia "conservadora", que opta por bienes por encima de la complejidad media provincial, pero más cercanos a las capacidades provinciales; ii) una estrategia "equilibrada", con una mayor ponderación de la potencialidad y una menor relevancia relativa de la distancia y, finalmente, iii) la estrategia "desafiante", dada por bienes más complejos y distantes de las capacidades productivas provinciales (pueden requerir un esfuerzo de mayor magnitud para su producción o desarrollo)<sup>21</sup>.

20 Para hacer comparables las tres variables (distancia, complejidad y potencialidad), se lleva a cabo la normalización de sus valores, que implica restar la media y dividir por el desvío estándar. De esta manera, todas quedan centradas con una media de 0 y presentan una dispersión similar, lo que facilita su comparación.

21 Las ponderaciones para cada estrategia son:

- "conservadora": 60% distancia; 25% ganancia oportunidad y 15% complejidad;
- "equilibrada": 50% distancia; 35% ganancia oportunidad y 15% complejidad;
- "desafiante": 45% distancia; 35% ganancia oportunidad y 20% complejidad.



## 5

## ANTECEDENTES

Existen distintos tableros visualizadores de datos dedicados a publicar información de complejidad económica a nivel subnacional. En una sucinta revisión, se destacan algunos casos en particular. En primer lugar, el de [España](#), que en su presentación en forma de línea temporal introduce el concepto de Espacio de Productos y ejemplifica cada indicador relacionado con distintas regiones españolas. Además, emplea medidas de afinidad económica, que introducen la dimensión temporal. Esto responde a que su finalidad es ser una herramienta para predecir probabilidades de entrada o salida de una actividad -de presentar VCR- en una determinada economía.

En su sección de fichas territoriales, el tablero español permite revisar indicadores por total país, o a nivel subnacional según dos desagregaciones: por provincia o por comunidades autónomas. En cada una de estas secciones, siempre a nivel subnacional, se puede dar cuenta tanto de la evolución comercial (productos y destinos de exportación) como de los productos con VCR, su nivel de complejidad y afinidad.

El tablero sigue la misma metodología que es presentada por el OEC. En lo que respecta a los datos vinculados al Espacio de Productos y las ventajas comparativas o la complejidad de los productos, la información se presenta siempre clasificada a 4 dígitos según el HS92.

Por otro lado, está el tablero de [México](#), que divide sus secciones de presentación por nivel geográfico, por sector productivo y por productos. Presenta así fichas con diversos datos de interés general socioeconómico como también de complejidad económica según municipios, entidades federativas, industrias, países, ocupaciones, productos e instituciones.

En la sección de cada unidad administrativa subnacional se disponen visualizaciones para analizar la composición y la evolución del comercio de esa región, tanto en términos de exportaciones como de importaciones. A la hora de construir los indicadores vinculados al Espacio Producto y al ranking de ICP, se refiere a BACI como fuente de información empleada.

El tablero de [Colombia](#) emplea como fuente de información sobre las exportaciones e importaciones locales por departamento y municipio a la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, DIAN, oriunda de dicho país. El origen de las exportaciones se establece en dos etapas. Primero, se define el departamento de origen de la exportación a partir del último lugar donde los productos referidos tuvieron algún ensamble, empaque o procesamiento. Así, se distribuyen los valores entre municipios según la composición del empleo de la firma correspondiente a la exportación.



En términos de clasificación de productos, Colombia utiliza la nomenclatura arancelaria NANDINA, la cual empalma a seis dígitos con el Sistema Armonizado (SA) de clasificación internacional de productos. Estandarizan a SA (HS) 1992 para resolver cualquier inconsistencia entre las versiones a través de los años, de manera tal que los datos se puedan visualizar en el tiempo. El Espacio de Productos es representado a cuatro dígitos según el SA92. La construcción del mismo también se realiza siguiendo la metodología expuesta en el Atlas, recortando los vínculos de proximidad entre productos según algoritmos que ponderan mantener un número mínimo de enlaces con la máxima cantidad posible de proximidades a la vez. Los indicadores de complejidad, por su parte, no son calculados aquí, sino que se emplea directamente lo publicado por el Atlas como insumo.

## 6

## ANEXO

**TABLA 1. CORRESPONDENCIAS ENTRE SECCIÓN Y CAPÍTULOS DEL SISTEMA ARMONIZADO 1992 (HS92)**

NCM 2 DÍGITOS	DESCRIPCIÓN NCM 2 DÍGITOS	SECCIÓN
1	Animales vivos	Agro, Alimentos y Bebidas
2	Carne y despojos comestibles	Agro, Alimentos y Bebidas
3	Pescados y crustáceos, moluscos y demás invertebrados acuáticos	Agro, Alimentos y Bebidas
4	Leche y productos lácteos, huevos de ave, miel natural, productos comestibles de origen animal no expresados ni comprendidos en otra parte	Agro, Alimentos y Bebidas
5	Los demás productos de origen animal no expresados ni comprendidos en otra parte	Agro, Alimentos y Bebidas
6	Plantas vivas y productos de la floricultura	Agro, Alimentos y Bebidas
7	Hortalizas, plantas, raíces y tubérculos alimenticios	Agro, Alimentos y Bebidas
8	Frutas y frutos comestibles, cortezas de agrios, cítricos, melones o sandías	Agro, Alimentos y Bebidas
9	Café, té, yerba mate y especias	Agro, Alimentos y Bebidas
10	Cereales	Agro, Alimentos y Bebidas
11	Productos de la molinería, malta, almidón y fécula, inulina, gluten de trigo	Agro, Alimentos y Bebidas
12	Semillas y frutos oleaginosos, semillas y frutos diversos, plantas industriales o medicinales , paja y forrajes	Agro, Alimentos y Bebidas
13	Gomas, resinas y demás jugos y extractos vegetales	Agro, Alimentos y Bebidas
14	Materias trenzables y demás productos de origen vegetal no expresados ni comprendidos en otros capítulos	Agro, Alimentos y Bebidas
15	Grasas y aceites animales o vegetales, productos de su desdoblamiento, grasas alimenticias elaboradas, ceras de origen animal o vegetal	Agro, Alimentos y Bebidas

Continúa en la página siguiente.

**TABLA 1. CORRESPONDENCIAS ENTRE SECCIÓN Y CAPÍTULOS HS 92 (continuación)**

NCM 2 DÍGITOS	DESCRIPCIÓN NCM 2 DÍGITOS	SECCIÓN
16	Preparaciones de carne, de pescado o de crustáceos, moluscos, demás invertebrados acuáticos	Agro, Alimentos y Bebidas
17	Azúcares y artículos de confitería	Agro, Alimentos y Bebidas
18	Cacao y sus preparaciones	Agro, Alimentos y Bebidas
19	Preparaciones a base de cereales, harina, almidón, fécula o leche, productos de pastelería	Agro, Alimentos y Bebidas
20	Preparaciones de hortalizas, frutas u otros frutos o demás partes de plantas	Agro, Alimentos y Bebidas
21	Preparaciones alimenticias diversas	Agro, Alimentos y Bebidas
22	Bebidas, líquidos alcohólicos y vinagre	Agro, Alimentos y Bebidas
23	Residuos y desperdicios de las industrias alimentarias, alimentos preparados para animales	Agro, Alimentos y Bebidas
24	Tabaco y sucedáneos del tabaco elaborados	Agro, Alimentos y Bebidas
25	Sal, azufre, tierras y piedras, yesos, cales y cementos	Minerales y Combustible
26	Minerales metalíferos, escorias y cenizas	Minerales y Combustible
27	Combustibles minerales, aceites minerales y productos de su destilación, materias bituminosas, ceras minerales	Minerales y Combustible
28	Productos químicos inorgánicos, compuestos inorgánicos u orgánicos de los metales preciosos, de los elementos radiactivos, de metales de las tierras raras o de isótopos	Químicos
29	Productos químicos orgánicos	Químicos
30	Productos farmacéuticos	Químicos
31	Abonos	Químicos
32	Extractos curtientes o tintóreos, taninos y sus derivados, pigmentos y demás materias colorantes, pinturas y barnices, mástiques, tintas	Químicos
33	Aceites esenciales y resinoides, preparaciones de perfumería, de tocador o de cosmética	Químicos
34	Jabón, agentes de superficie orgánicos, preparaciones para lavar, preparaciones lubricantes, ceras artificiales, ceras preparadas, productos de limpieza, velas y artículos similares, pastas para modelar, «ceras para odontología» y preparaciones para uso e	Químicos
35	Materias albuminoideas, productos a base de almidón o de fécula modificados, colas, enzimas	Químicos
36	Pólvoras y explosivos, artículos de pirotecnia, fósforos (cerillas,null), aleaciones pirofóricas, materias inflamables	Químicos
37	Productos fotográficos o cinematográficos	Químicos
38	Productos diversos de las industrias químicas	Químicos
39	Plástico y sus manufacturas	Químicos
40	Caucho y sus manufacturas	Químicos
41	Pielles (excepto la peletería) y cueros	Agro, Alimentos y Bebidas
42	Manufacturas de cuero, artículos de guarnicionería o de talabartería, artículos de viaje, bolsos de mano (carteras) y continentes similares manufacturas de tripa	Agro, Alimentos y Bebidas
43	Peletería y confecciones de peletería, peletería facticia o artificial	Agro, Alimentos y Bebidas

Continúa en la página siguiente.

**TABLA 1. CORRESPONDENCIAS ENTRE SECCIÓN Y CAPÍTULOS HS 92 (continuación)**

NCM 2 DÍGITOS	DESCRIPCIÓN NCM 2 DÍGITOS	SECCIÓN
44	Madera, carbón vegetal y manufacturas de madera	Agro, Alimentos y Bebidas
45	Corcho y sus manufacturas	Agro, Alimentos y Bebidas
46	Manufacturas de espartería o cestería	Agro, Alimentos y Bebidas
47	Pastas de madera o de otras materias fibrosas celulósicas papel o cartón para reciclar (desperdicios y desechos)	Agro, Alimentos y Bebidas
48	Papel y cartón, manufacturas de pasta de celulosa, de papel o de cartón	Agro, Alimentos y Bebidas
49	Productos editoriales, de la prensa o y de las demás industrias gráficas, textos manuscritos o mecanografiados y planos	Agro, Alimentos y Bebidas
50	Seda	Textiles
51	Lana y pelo fino u ordinario, hilados y tejidos de crin	Textiles
52	Algodón	Textiles
53	Las demás fibras textiles vegetales, hilados de papel y tejidos de hilados de papel	Textiles
54	Filamentos sintéticos o artificiales	Textiles
55	Fibras sintéticas o artificiales discontinuas	Textiles
56	Guata, fieltro y telas sin tejer, hilados especiales, cordeles, cuerdas y cordajes, artículos de cordelería	Textiles
57	Alfombras y demás revestimientos para el suelo, de materia textil	Textiles
58	Tejidos especiales, superficies textiles con mechón insertado, encajes, tapicería, pasamanería, bordados	Textiles
59	Telas impregnadas, recubiertas, revestidas o estratificadas, artículos técnicos de materia textil	Textiles
60	Tejido de punto	Textiles
61	Prendas y complementos (accesorios) de vestir, de punto	Textiles
62	Prendas y complementos (accesorios) de vestir, excepto los de punto	Textiles
63	Los demás artículos textiles confeccionados, juegos, prendería y trapos	Textiles
64	Calzado, polainas y artículos análogos, partes de estos artículos	Textiles
65	Sombreros, demás tocados y sus partes	Textiles
66	Paraguas, sombrillas, quitasoles, bastones, bastones asiento, látigos, fustas, y sus partes	Textiles
67	Plumas y plumón preparados y artículos de plumas o de plumón, flores artificiales, manufacturas de cabello	Textiles
68	Manufacturas de piedra, yeso frangible, cemento, amianto (asbesto), mica o materias análogas	Min no Metal y Met Preciosos
69	Productos cerámicos	Min no Metal y Met Preciosos
70	Vidrio y sus manufacturas	Min no Metal y Met Preciosos
71	Perlas naturales (finas) o cultivadas, piedras preciosas o semipreciosas o similares, metales preciosos, chapados de metales preciosos (plaqué ) y manufacturas de estas materias, bisutería, monedas	Min no Metal y Met Preciosos
72	Fundición, hierro y acero	Metales
73	Manufacturas de fundición, de hierro o de acero	Metales

*Continúa en la página siguiente.*

**TABLA 1. CORRESPONDENCIAS ENTRE SECCIÓN Y CAPÍTULOS HS 92 (continuación)**

NCM 2 DÍGITOS	DESCRIPCIÓN NCM 2 DÍGITOS	SECCIÓN
74	Cobre y manufacturas de cobre	Metales
75	Níquel y sus manufacturas	Metales
76	Aluminio y sus manufacturas	Metales
78	Plomo y sus manufacturas	Metales
79	Cinc y sus manufacturas	Metales
80	Estaño y sus manufacturas	Metales
81	Los demás metales comunes, cermets, manufacturas de estas materias	Metales
82	Herramientas y útiles, artículos de cuchillería y cubiertos de mesa, de metales comunes, partes de estos artículos, de metal común	Metales
83	Manufacturas diversas de metal común	Metales
84	Reactores nucleares, calderas, máquinas, aparatos y artefactos mecánicos, partes de estas máquinas o aparatos	Maquinaria
85	Máquinas, aparatos y material eléctrico y sus partes, aparatos de grabación o de reproducción de sonido, aparatos de grabación o de reproducción de imágenes y sonido en televisión, y las partes y accesorios de estos aparatos	Electrónica
86	Vehículos y material para vías férreas o similares y sus partes, aparatos mecánicos (incluso electromecánicos) de señalización para vías de comunicación	Vehículos
87	Vehículos automóviles, tractores, ciclos y demás vehículos terrestres, sus partes y accesorios	Vehículos
88	Aeronaves, vehículos espaciales y sus partes	Vehículos
89	Barcos y demás artefactos flotantes	Vehículos
90	Instrumentos y aparatos de óptica, fotografía o cinematografía, de medida, control o precisión, instrumentos y aparatos medicoquirúrgicos, partes y accesorios de estos instrumentos o aparatos	Maquinaria
91	Aparatos de relojería y sus partes	Maquinaria
92	Instrumentos musicales sus partes y accesorios	Maquinaria
93	Armas, municiones y sus partes y accesorios	Maquinaria
94	Muebles, mobiliario medicoquirúrgico, artículos de cama y similares, aparatos de alumbrado no expresados ni comprendidos en otra parte, anuncios luminosos, placas indicadoras luminosas y artículos similares, construcciones prefabricadas	Textiles
95	Juguetes, juegos y artículos para recreo o deporte, sus partes y accesorios	Maquinaria
96	Manufacturas diversas	Maquinaria
97	Objetos de arte o colección y antigüedades	Textiles
99	Otros	Otros



Ministerio de Economía  
**Argentina**

Secretaría de Industria  
y Desarrollo Productivo

**CEPXXI** CENTRO DE ESTUDIOS  
PARA LA PRODUCCIÓN