
ENERGÍA, MATERIALES Y AGUA EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA GALLEGA.

.....

XOÁN RAMÓN DOLDÁN GARCÍA

Profesor Titular de Economía Aplicada
Universidad de Santiago de Compostela

LOS PRIMEROS INTENTOS INDUSTRIALIZADORES RELEVANTES EN GALICIA DATAN DEL SIGLO XVIII EN TORNO A ACTIVIDADES COMO LA ELABORACIÓN DEL HIERRO, LOS CURTIDOS, LOS ASTILLEROS O LAS FÁBRICAS DE LOZA, AUNQUE SIN

25

duda las tentativas más importantes están vinculadas a la rama textil del lino y las factorías de salazón de sardina. Aunque algunos de estos proyectos fueron pioneros en España (1), no se transformaron en actividades netamente capitalistas por motivos técnicos, sociales, bélicos o comerciales.

En el siglo XIX la industria gallega se mantiene en unos niveles rudimentarios y casi artesanales; destaca únicamente la fortaleza de ciertas industrias que se podrían considerar de enclave, como el Arsenal de Ferrol o la Fábrica de Tabacos

de A Coruña. A finales de ese siglo y principios del XX surgen algunas actividades de importancia como la industria de conservas de pescado y la construcción de los primeros tramos ferroviarios a Galicia, con efectos significativos en las zonas donde se ubican, aunque sin llegar a transformar el conjunto de la sociedad gallega en una sociedad industrializada.

Esta aparente apatía industrial se vio favorecida por el mantenimiento de una estructura social agraria con rasgos semif feudales, la carencia de instituciones políticas propias y el absentismo y dependencia

exterior de las clases dominantes, eclesiásticas o nobiliarias. En Galicia no se producirá una revolución industrial, aunque indirectamente participe en el desarrollo industrial de los siglos XIX y XX desempeñando un papel de reserva de mano de obra en la expansión del sistema económico capitalista.

A finales del siglo XIX los primeros proyectos de aprovechamiento industrial de los recursos energéticos gallegos marcarán el desarrollo de este sector, uno de los que mejor representa la evolución y desarrollo industrial en este país (2). En

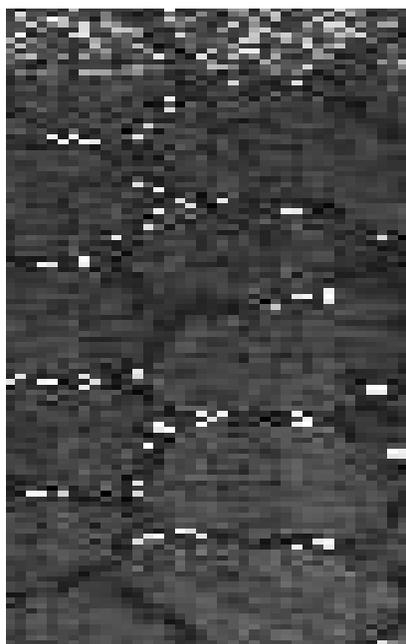
1874 comienza a funcionar la primera central de producción eléctrica de Galicia (3), a la que seguirán otros establecimientos industriales importantes.

Durante el primer tercio del XX se distinguen dos tipos de empresas eléctricas, las que funcionan en áreas ribereñas (Pontevedra, Vigo, A Coruña-Ferrol...), que abastecen energía para iluminación y para la industria, y en algunos casos también para la tracción [tranvías urbanos (4)]; y las que poseen una pequeña central en el interior de Galicia, suministrando energía a una o dos villas y con un desarrollo limitado por la escasa demanda industrial o de tracción. Un tercer tipo lo constituyen las autoproductoras, empresas que buscan satisfacer necesidades energéticas de una industria concreta (5), o de tracción (6).

Tras la Guerra Civil el mercado eléctrico español se transforma, con una demanda estable y en continuo crecimiento. El fenómeno más destacable en el sector será la puesta en explotación de las enormes reservas hidroeléctricas gallegas que hasta ese momento habían permanecido casi inalteradas, a pesar de su potencial, por la baja demanda interna. Galicia, casi inexplorada energéticamente, pasa a convertirse en el lugar idóneo de producción y de abastecimiento para el resto del Estado.

La anterior dinámica endógena y autóctona del sector se vuelve extravertida e inmersa en el entramado del sector eléctrico español. De hecho, hasta los años cincuenta no se puede hablar con rigor de un sector eléctrico gallego de importancia en el ámbito estatal. Entre 1941 y 1962 la potencia instalada en Galicia se multiplicó por 38. En estos años la producción se destinará básicamente a la exportación al resto del Estado (7), de modo que a principios de los sesenta un 75% de la producción eléctrica gallega es enviada al exterior, lo que supondrá una contribución decisiva a la industrialización española.

Antes de 1960 apenas habían tenido lugar procesos de industrialización con efectos significativos para el conjunto de la economía gallega. Tan sólo algunos de carácter parcial, tanto sectorial como geográfi-



camente, que condicionaron después el nivel de crecimiento industrial y la configuración urbana de Galicia. Desde 1960, en cambio, se llevarán a cabo inversiones productivas por parte de las empresas exteriores, tanto españolas como extranjeras, en una época en que coexistirá la emigración masiva y la instalación de grandes empresas monopolistas. Estas instalaciones buscaban materias primas o mano de obra, pretendidamente dócil, de origen campesino, centrandose su actividad en la exportación.

De este modo, la economía gallega asienta su incorporación a los mercados capitalistas. Los pilares de la industrialización de los años sesenta fueron el crecimiento de la industria de construcción naval, la penetración de diversos monopolios españoles y extranjeros, y la industria de transformación de productos agrarios.

La industria de construcción naval se concentrará en Vigo y Ferrol. En el primer caso, respondiendo a una extraordinaria demanda de buques pesqueros motivada en parte por las ayudas a la sustitución de embarcaciones que sirvió, sobre todo, para la construcción de buques congeladores para la pesca de gran altura, en un momento en que se están formando o desarrollando importantes compañías dedicadas a la pesca industrial.

En Ferrol, en cambio, se dio una coincidencia con la demanda de buques petroleros y mercantes, debido a una intensificación del tráfico marítimo por el incremento de los intercambios comerciales en el ámbito mundial. Esto supuso que entre 1961 y 1976 la construcción naval gallega pasase de emplear siete mil a dieciocho mil trabajadores (un incremento superior al 150%), además de los varios miles de trabajadores de empresas auxiliares. La producción aumentó de unas 50.000 toneladas de registro bruto en 1961 a casi 670.000 en 1976 (doce veces superior).

La implantación de establecimientos industriales pertenecientes a diversos monopolios procedentes del exterior se debe a la búsqueda de una localización portuaria adecuada, la existencia de condiciones sociales apropiadas para un mejor rendimiento del capital, la disponibilidad de materias primas, energía y agua o la permisividad en materia ambiental para actividades que, en muchas ocasiones, eran generadoras de una elevada contaminación. Son los casos de Alúmina-Aluminio, Celulosa de Pontevedra (Ence), Refinería de A Coruña (Petroliber), Central Térmica de As Pontes (Endesa), Citroën-Hispania, Río Patiño-Exminesa...

Durante esta etapa, además del desarrollo de la pionera industria del mar, tiene lugar una industrialización ligada a la transformación de productos agrarios, fundamentalmente lácteos, que si bien no alcanzó el desarrollo de la industria conservera sí permitió valorizar en el mercado ciertos productos de la agricultura gallega.

Por otra parte, el proceso de concentración en el sector energético gallego prosigue en torno a tres grupos de empresas: con capital mayoritario estatal (Endesa), con capital mayoritario autóctono (Fenosa) y con capital mayoritario privado español (Iberduero y Unión Eléctrica Madrileña). En 1961 se crea la primera y única empresa con presencia en la energía de hidrocarburos, gas y petróleo, Petroliber (8), con participación mayoritaria de capital público. En la segunda mitad de los setenta el yacimiento de carbón de As Pontes y el de Meirama se verán explotados para su utilización en sendas centra-

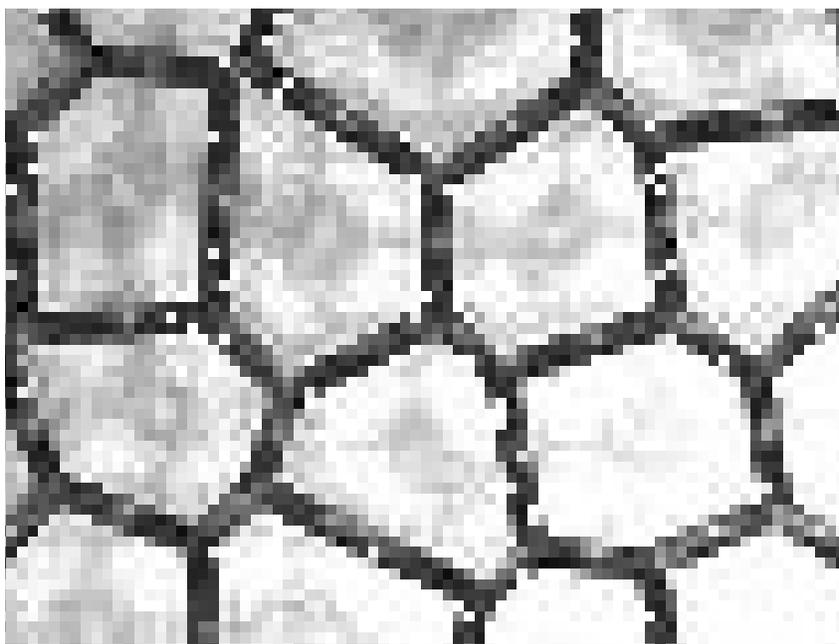
les térmicas (de Endesa y de Limeisa, filial de Fenosa, respectivamente), la primera con el triste privilegio de convertirse en una de las más contaminantes de toda Europa, transformándose el carácter hidroeléctrico del sector en netamente termoeléctrico.

Estos cambios en la industria y en el sector energético no están, lógicamente, desvinculados. El carácter extravertido del sector energético gallego durante las décadas de los cincuenta y sesenta, dirigido al abastecimiento de ciertas zonas del Estado, podría haberse modificado tras el establecimiento de factorías de grandes dimensiones y fuertemente demandantes de energía, máxime cuando en los sesenta se plantea la posibilidad de la instalación de la factoría de Alúmina-Aluminio, finalmente ubicada en San Cibrán y Xove, y que por sí sola supondrá la duplicación del consumo eléctrico interno de Galicia.

La configuración actual de la actividad industrial en Galicia responde significativamente a las características del proceso de industrialización de los años sesenta. En general, las industrias se concentraron en espacios urbanos y preferentemente en el litoral y lugares próximos a ríos, con establecimientos de grandes dimensiones y capacidades transformadoras, muy vinculadas al comercio exterior tanto vía *inputs* como vía *outputs*, sin que se realice de forma completa casi ningún ciclo productivo.

De ello deriva una elevada demanda de materias primas tanto locales como importadas; una altísima demanda de energía obtenida de recursos gallegos, renovables o no, o bien importados; una elevada utilización de agua comprada a las compañías distribuidoras o captada directamente de ríos o pozos; y una importante generación de residuos de todo tipo, tratados en una pequeña proporción, y con frecuentes impactos ambientales de gravedad. El ámbito mercantil de estas empresas no refleja adecuadamente su repercusión en el entorno, cuando no la oculta sin ambages.

En la actualidad Galicia presenta un alto grado de dependencia de fuentes energéticas de origen no renovable, a pesar de que en los últimos 30 años, y en dos oca-



siones, se transformó el tipo de fuentes de energía primaria propia, agotando los dos grandes yacimientos de carbón (antes apenas inexplorados). De ser una economía con capacidad para casi autoabastecerse pasó a realizar elevadas importaciones de energía primaria, más del doble de la producción propia, lo cual le permite disponer de una cantidad de energía primaria que triplica los recursos propios.

El sector transformador de energía primaria en Galicia se ha convertido en un devorador de energía de alta entropía con un potencial contaminante ciertamente preocupante, al tiempo que colabora en la consolidación de lazos de dependencia económica, constituyendo de por sí un sector de enclave ya que, aun utilizando una considerable proporción de recursos propios, el volumen de transformación refleja una orientación hacia el exterior. Se están importando grandes cantidades de energía primaria que posteriormente se exporta como energía transformada.

Es, por otra parte, un sector altamente ineficiente en términos energéticos ya que más de una cuarta parte de la energía primaria que entra en el sector se convierte finalmente en energía no disponible (casi dos tercios en el caso de las centrales termoeléctricas). Más de la mitad de esta energía disponible es enviada al resto del territorio español donde per-

derá su carácter disponible, sin que los centros de consumo sufran apenas el deterioro medioambiental que el proceso de transformación implicó y que corresponde, en parte, a esa energía exportada (9) (anegamiento de valles, movimientos de tierras, desplazamientos de poblaciones, pérdidas de tierra cultivable, modificaciones de hábitat, deterioro paisajístico, contaminación atmosférica...). Los recientes cambios en la estructura de los recursos utilizados por el sector energético gallego inciden todavía más en esta situación (10).

CONTABILIZACIÓN DE FLUJOS FÍSICOS EN LA INDUSTRIA GALLEGA

El estudio del impacto ambiental de la industria gallega es sumamente escaso e incompleto. Dada la tardía industrialización de Galicia, el debate en las ciencias sociales se ha centrado más en los problemas del subdesarrollo industrial y cómo superarlo que en detectar el impacto sobre el medio ambiente, asumido como un coste inevitable del desarrollo económico.

Los mayores problemas ambientales provocados por la industria manufacturera gallega se relacionan con la naturaleza,

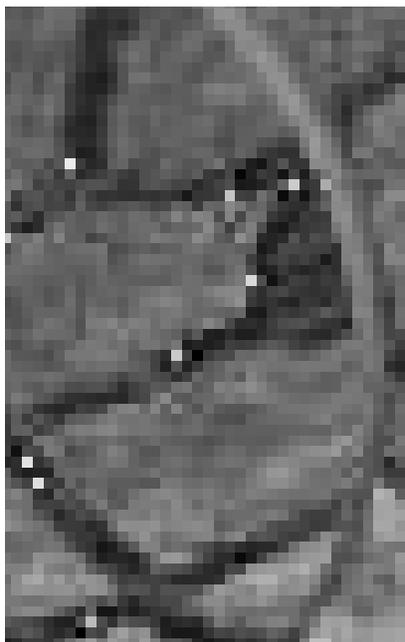
uso y volumen de materiales, energía y agua, así como con la generación de residuos. Para profundizar en el conocimiento de esta problemática existen diversos métodos de análisis, resultando los modelos de flujos representaciones ajustadas de la realidad, al tiempo que posibilitan una cuantificación de la magnitud de dichos flujos, la identificación de algunas de sus características más sobresalientes, facilitando el análisis metabólico de la economía.

Las actividades industriales, por su extremo impacto sobre el medio ambiente, son un objetivo prioritario a la hora de aplicar dicha cuantificación de flujos. De igual modo, el cálculo de *ratios* de consumo de materiales y energía y de residuos generados por tonelada de producto en cada rama, si se realiza en años sucesivos, puede servir como un buen indicador de la evolución de la eficiencia y productividad.

Partiendo del conocimiento de las leyes físicas que gobiernan los procesos de transformación de la materia y energía, es posible disponer de unos criterios adecuados para la construcción de diagramas de flujos, y para realizar estimaciones cuando no existen datos suficientes. El principio de la conservación de la materia y de la energía será el principio básico para la construcción de los diagramas de flujos.

De acuerdo con su enunciado se puede concluir que todo material y energía que entra en cualquier sector productivo o utilizador y que no se incorpora a los objetos específicos que se derivan de su actividad, para ser intercambiados, autoconsumidos o que permanecen almacenados, sale de ese sector en forma de residuos. La suma de los *inputs* de materia y energía, en términos físicos, se igualará con la suma de los productos y de los residuos. La irreversibilidad de los procesos conlleva un aumento de la entropía del sistema; la materia y energía pierden en calidad. Es decir, inevitablemente todos los procesos utilizadores de materias y energía producen algún tipo de residuos.

La agregación de los diversos materiales utilizados en la industria, expresados en



una unidad común de medida, resulta útil dado que por esta vía se comprenden mejor las dimensiones reales de los procesos, pudiendo calcular antes de la ejecución de cualquier proyecto industrial los flujos de aprovisionamiento de materiales y energía, y los residuos que generará, calculando, así, sus necesidades de transporte, reciclaje y depósito (11).

Los sistemas industriales presentan una elevada complejidad, derivada de la diversidad de actividades y procesos de transformación química y física a la que se ven sometidos los materiales y de la mayor carga contaminante de los residuos. Además, a través del estudio de los sistemas industriales es posible cuestionar de modo más apropiado las tesis de la supuesta desmaterialización de las economías capitalistas actuales (12).

Podemos llegar a calcular, con una más que aceptable aproximación, la cantidad total de residuos generados por cada actividad. Descendiendo al nivel del proceso de fabricación también podemos conocer las propiedades específicas de los residuos (si son sólidos, líquidos o gases), y valiéndonos de las tablas de energía, se podrían calcular las emisiones atmosféricas, según los combustibles utilizados.

La contabilización de estos flujos nos enfrenta a una realidad sumamente comple-

ja que se refleja necesariamente en un también muy complejo seguimiento y un todavía más laborioso cómputo. Para aligerar esta complejidad, realizamos un ejercicio de elevada simplificación, efectuando diversas agregaciones tendentes a unificar flujos de materiales con características semejantes u originados en un mismo sector productivo.

Desde estas premisas, consideramos la elaboración de un cómputo de estas características para el año 1992, recogido en Doldán (1999), en donde se llevó a cabo un primer seguimiento de los flujos de materiales, agua, energía y residuos en la industria manufacturera gallega.

Establecido este ámbito de actuación, abordamos la realización de una parte de lo que se consideran cuentas de flujos de los sistemas utilizadores de materiales y energía que, para mayor completitud, deberían tener su continuación en las demás cuentas de flujos, de modo que, con las cuentas de inventario de recursos y las cuentas de flujos e inventario de los residuos generados, completarán las cuentas del patrimonio natural.

El cómputo de residuos se efectuó como cálculo indirecto derivado de la contabilización de los flujos de materiales, energía y agua, debiendo ser considerado un primer paso en el análisis de la generación de residuos sólidos, emisiones atmosféricas y vertidos líquidos; se calcularon, por otra parte, índices de consumo de materiales, energía y agua por tonelada de producto que podrían servir como una medida de eficiencia ecológica de estos sistemas utilizadores, o de los costes físicos y energéticos de la obtención de los productos industriales.

La información numérica se acompañó de diagramas de flujos para cada sector, con el objeto de facilitar la comprensión de la intrincada red de relaciones establecidas tras cada una de las actividades, y permitir realizar un seguimiento de los flujos de un determinado material a lo largo de los distintos sectores, observando en cada uno de ellos el lugar que ocupa en esa red.

Una aplicación práctica de este tipo de contabilización es viable siempre que dis-

pongamos de información desglosada, en términos físicos además de los monetarios, de las compras de materiales y energía por actividades así como de la información sobre reemplazos y producción destinada a la venta. Esta fue una de las principales limitaciones a superar en este estudio por carecer de estadísticas que se adecuaron plenamente al enfoque seguido (13).

La información que mejor se ajustaba en España para toda una serie de años hasta 1993 era la Encuesta Industrial, que si bien no publicaba estos datos sí los recogía de modo pormenorizado. El grado de desglose permitía obtener, para una amplia relación de ramas industriales, una valiosa información sobre el tipo de materiales y combustibles utilizados. Alguno de los escasos estudios (14) elaborados en España como aplicación de este tipo de contabilidad han acudido a esta fuente.

En el año 1993 la Encuesta Industrial realizada en España sufrió una reforma metodológica importante, dando lugar a una nueva estadística industrial (15). El modo como se efectúa la recogida de la información en la actualidad impide elaborar estudios como los mencionados, aparte de impedir dar continuidad temporal a los resultados obtenidos que posibilitarían un seguimiento del comportamiento de los distintos sectores.

Nos vimos, de esta forma, empujados a trabajar con los datos de 1992, por ser el último año en que se disponía de la información desglosada adecuada a las necesidades de nuestra contabilización (16).

La información necesaria para llevar a cabo nuestros cálculos fue la siguiente: los materiales utilizados (M) (17), la energía utilizada (E) (18), el producto material fabricado (P_t) (19); distinguiendo dentro de él la producción reemplazada (P_r) y la producción vendible (P_v): $P_t = P_r + P_v$.

Con esta información es posible conocer tanto los residuos producidos (R) como el calor perdido o contaminación térmica (C):

$$R = M - P_v; E = C$$

Esta información estaba contenida en los cuestionarios de la Encuesta Industrial.



En lo que respecta al cálculo de la cuantía de los flujos de materiales, todos los productos (P_r , P_v , P_t) así como los materiales empleados (M) de cada sector aparecen individualizados en cantidades físicas (20), correspondiéndose con los que figuran en el ámbito de siete dígitos en la Clasificación Nacional de Bienes y Servicios (CNBS-78) (21).

En cuanto al cálculo de la cuantía de los flujos de energía, los tipos de energía son comunes en todos los sectores industriales, con leves matizaciones en el eléctrico y en el del gas. La información de cada tipo de energía aparece individualizada en unidades físicas. En la medida en que casi la totalidad de la energía que entra de forma directa en los procesos industriales se deriva de la obtenida mediante procesos de transformación también industriales, consideramos que los resultados obtenidos de estos cálculos son los de mayor precisión de todo el conjunto (22).

El conocimiento de los flujos del agua resultó, sin duda, el más problemático de nuestro estudio. Disponer de información de las cantidades de agua utilizadas en los procesos de transformación industrial resultó una ardua labor, con resultados incompletos. Las estadísticas en ese campo son insignificantes, al menos para Galicia. La Encuesta Industrial no suplió en este caso esa carencia informativa, dado

que recoge datos sobre usos de agua, pero de tal forma que esa información resulta inoperante para nosotros (23).

Las empresas distribuidoras de agua en Galicia o bien son de titularidad municipal o bien están en manos privadas. La dispersión en las fuentes de información, lejos de facilitar la obtención de los datos necesarios, la dificulta considerablemente.

Finalmente, diversas publicaciones, junto con los datos recabados mediante encuestas telefónicas a las empresas más significativas de distintos sectores, nos aportaron la información necesaria para establecer coeficientes del consumo de agua por tonelada de producto, limitando nuestros objetivos al establecer dichas *razones* como hipótesis de partida y no como una conclusión.

•••••

FLUJOS FÍSICOS EN LA INDUSTRIA GALLEGA EN 1992

De las 89 ramas que contempla la Encuesta Industrial realizamos una selección atendiendo a los siguientes criterios: eliminar las actividades dedicadas a la transformación energética y extractivo-minera, para quedarnos con la industria pro-

piamente manufacturera, eliminar (por motivos obvios) los sectores que no tienen actividad en Galicia, eliminar varios sectores investigados por el MINCYT y por el MAPA, por no disponer de la base de datos desagregada para los flujos objeto de estudio.

De este modo, fueron 69 los sectores investigados por el INE, y en ellos nos centramos. De forma resumida, exponemos los datos de los 37 subsectores de la industria manufacturera gallega en 1992, de los que conseguimos información completa (24) (cuadro 1).

De acuerdo con los datos obtenidos se establecieron las siguientes relaciones:

■ El volumen de residuos está estrechamente vinculado al volumen de agua utilizada. Los 10 sectores que generan un mayor volumen de residuos son también los mayores utilizadores de agua. Sólo el sector 8, distribuidor de agua, no es gran generador de residuos, dadas las características específicas del mismo. Destacan los sectores (15) Hormigón y derivados del cemento, (16) Piedra natural, abrasivos y otros productos minerales no metálicos, (19) Petroquímica y química orgánica, (20) Química inorgánica, (21) Materias plásticas y caucho, y (80) Pasta papelera, papel y cartón.

De igual modo, los sectores con un volumen menor de residuos son aquéllos con un volumen menor de agua utilizada. La única excepción significativa es el sector (50) Conservas vegetales (que incorpora parte del agua utilizada en el producto final).

■ El volumen de producción vendible se vincula al volumen de materiales, lo que resulta lógico si suponemos que esa producción es material y que la energía utilizada no está incorporada en el producto (en ese caso se contabilizaría como material), ya que en muy pocos casos el agua se incorpora al producto final. De nuevo habría que mantener la excepción del sector (8) Agua, por las características específicas del producto vendido.

Sectores donde se observa esta relación son (10) Siderurgia y primera transformación del hierro y del acero, (11) Producción y

primera transformación de metales no féreos, (13) Materiales de construcción de tierra cocida, (14) Cementos, cales y yesos, (15) Hormigón y derivados del cemento, (16) Piedra natural, abrasivos y otros productos minerales no metálicos, (20) Química inorgánica, (51) Conservas de pescado y (80) Pasta papelera, papel y cartón.

■ La cantidad de energía utilizada guarda una correspondencia evidente con el volumen de materiales utilizados. Las únicas excepciones, leves, son los sectores (15) Hormigón y derivados del cemento y (16) Piedra natural, abrasivos y otros productos minerales no metálicos, que estando entre los 10 con mayor volumen de materiales, ocupan los puestos 13 y 11, respectivamente, en cuanto al uso de energía.

El resto de los sectores en los que se mantiene esta relación significativa son (10) Siderurgia y primera transformación del hierro y del acero, (11) Producción y primera transformación de metales no féreos, (13) Materiales de construcción de tierra cocida, (14) Cementos, cales y yesos, (20) Química inorgánica, (51) Conservas de pescado y (80) Pasta papelera, papel y cartón.

En los sectores que utilizan menor volumen de materiales también se emplea menor volumen de energía, con excepción del sector (78) Junco, caña, cestería, brochas y escobas, que, teniendo un consumo energético de los más bajos, su consumo de materiales es un poco más elevado.

En definitiva, y según el criterio de la magnitud de los flujos, un concentrado número de sectores destaca sobremanera sobre el conjunto por ser grandes movilizados de materiales, agua y energía, dando lugar a un gran volumen de producción vendible y generando un también elevado volumen de residuos. Son los sectores (8) Agua (si bien por volumen de materiales y residuos se sitúa en un nivel medio-bajo con respecto a los demás sectores), (10) Siderurgia y primera transformación del hierro y del acero, (11) Producción y primera transformación de metales no féreos, (13) Materiales de construcción de tierra cocida, (14) Cementos, cales y yesos, (15) Hormigón y derivados del cemento, (16) Piedra natural, abrasivos y otros produc-

tos minerales no metálicos, (19) Petroquímica y química orgánica (en este caso, por volumen de materiales y producción vendible, se sitúa en un nivel medio, y en el de energía, en un nivel medio-bajo respecto a los demás sectores, ya que en el uso de energía se recoge como materiales a procesar), (20) Química inorgánica, (21) Materias plásticas y caucho (aunque, por volumen de energía, ocupa un nivel medio), (51) Conservas de pescado y (80) Pasta papelera, papel y cartón.

Otros sectores con flujos importantes son: (17) Vidrio y sus manufacturas, (18) Productos cerámicos, (28) Jabones, detergentes y perfumería, (47) Aceites y grasas, (57) Productos alimenticios diversos, (62) Cerveza y (63) Bebidas analcohólicas.

Si establecemos el mismo tipo de relaciones entre las *ratios* materiales/producto (mat/pto.), agua/producto (agua/pto.), energía/producto (ener/pto.) y residuos/producto (res/pto.), observamos (cuadro 2) las siguientes situaciones:

■ En varios sectores se produce la coincidencia de más de un índice con valores elevados: (10) Siderurgia y primera transformación del hierro y del acero (en particular en el uso de materiales), (11) Producción y primera transformación de metales no féreos (en el uso de materiales y energía), (15) Hormigón y derivados del cemento (sobre todo en el uso de agua y generación de residuos), (19) Petroquímica y química orgánica (en el uso del agua y en la generación de residuos), (20) Química inorgánica (también en el uso de agua y generación de residuos), (21) Materias plásticas y caucho (en agua y residuos), (22) Fibras artificiales y sintéticas (en agua y residuos) (27) Productos farmacéuticos (en particular en el uso de materiales y de energía), (57) Productos alimenticios diversos (en agua y residuos), (66) Géneros de punto (en el uso de materiales y de energía), (80) Pasta papelera, papel y cartón (en el uso de materiales, agua y generación de residuos) y (86) Instrumentos de música (en todos ellos).

Constatamos la existencia de dos tipos de situaciones: aquella en que los sectores con un uso escaso de materias, agua

ENERGÍA, MATERIALES Y AGUA EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA GALLEGA

**CUADRO 1.
FLUJOS DE MATERIALES, AGUA, ENERGÍA, PRODUCCIÓN VENDIBLE
Y RESIDUOS EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA GALLEGA
AÑO 1992. Tm; TEP. PARA LA ENERGÍA**

Sectores	Materiales	Agua (a)	Energía	Productos	Residuos
8	8.744,62	827.886.323,66	7.882,90	827.895.068,28	7.882,90
10	1.297.993,87	3.274.324,8	56.275,60	559.962,19	4.068.632,09
11	659.819,77	2.266.538,4	385.747,77	283.317,30	3.028.788,64
13	962.763,75	7.168,49	39.835,86	896.060,07	113.708,03
14	682.722,15	69.091,77	26.662,01	442.895,95	335.579,98
15	5.090.927,91	695.719.321,70	14.755,02	5.351.687,09	695.473.317,54
16	119.795.651,52	17.030.864,25	22.298,80	5.676.954,75	131.171.859,82
17	29.666,73	230.818,32	7.651,45	25.646,59	242.489,91
18	72.969,12	29.187,65	11.789,75	44.468,20	69.478,32
19	50.041,10	24.090.540,00	189,62	48.181,08	24.092.589,64
20	1.493.936,72	45.525.154,95	246.954,16	1.064.169,12	46.201.876,71
21	106.162,60	8.647.900,00	1.674,07	86.479,00	8.669.257,67
22	401,23	231.000,00	58,58	385,00	231.074,81
23	34.475,68	3.225,00	282,41	10.750,00	27.233,09
26	52.437,99	20.936,43	2.497,45	69.788,11	6.083,76
27	1.017,26	1.244,22	210,20	134,09	2.337,59
28	12.108,56	268.394,10	1.029,65	17.892,94	263.639,37
30	1.379,03	152,80	446,61	954,99	1.023,45
45	325,61	1.387,00	11,73	118,17	1.606,17
47	265.861,14	80.224,20	16.362,78	267.414,00	95.034,12
50	469,64	1.287,30	148,77	1.739,60	166,11
51	426.751,61	5.914.927,08	27.533,90	328.607,06	6.040.605,53
55	5.980,84	65.758,50	297,25	2.630,34	69.406,25
57	17.831,04	4.276.678,91	2.429,02	94.616,79	4.202.322,18
58	7,78	101,09	30,26	101,09	38,04
59	1.206,62	820,04	116,22	820,04	1.322,84
62	12.799,44	866.054,40	5.321,22	72.171,20	812.003,86
63	23.242,77	5.025.420,80	3.190,38	251.271,04	4.800.582,91
64	12.905,24	11.716,50	822,90	8.727,86	16.716,78
65	2.887,00	4.770,00	731,66	2.385,00	6.003,66
66	2.641,82	1.694,73	1.303,16	1.129,82	4.509,89
68	2.577,53	128,50	149,23	2.570,09	285,17
78	3.805,90	2.190,00	70,23	2.547,65	3.518,48
80	530.190,35	19.264.584,00	46.914,85	236.672,88	19.605.016,32
81	50.419,50	8.760,00	1.613,97	48.973,89	11.819,58
83	6.455,45	3.471,25	2.742,67	5.368,20	7.301,17
86	42,26	1.259,25	1,88	0,63	1.302,76

(a) Corregimos algunos valores del agua de Doldán (1999), por haber obtenido con posterioridad información más fidedigna; en consecuencia, también se ven alterados algunos resultados de residuos y las *ratios* correspondientes.

FUENTE: Elaboración propia a partir de Doldán (1999).

y energía, no tienen un especial interés en un aprovechamiento óptimo de esos flujos (es el caso del sector Instrumentos de música), y aquella en que se da una mayor coincidencia entre volumen del

flujo e ineficiencia en el aprovechamiento del mismo (caso del sector Petroquímica y química orgánica). Esta segunda situación es la verdaderamente preocupante desde una perspectiva ambiental.

■ Ciertos sectores con importantes movilizaciones de materiales, agua o energía, tienen *ratios* bajas: (8) Agua (en los índices de materiales, energía y residuos), (13) Materiales de construcción de tierra

cocida (en los índices de agua y residuos), (14) Cementos, cales y yeso (en índice de agua), (15) Hormigón y derivados del cemento (en los índices de materiales y energía), (16) Piedra natural, abrasivos y otros productos minerales no metálicos (en el índice de energía), (19) Petroquímica y química orgánica (en el índice de energía) y (21) Materias plásticas y caucho (en el índice de energía).

■ En algunos sectores coinciden una baja movilización de materias, agua y energía, o generación de residuos, con índices bajos, lo que los convertiría en los sectores de menor impacto sobre el medio, según estos criterios: (50) Conservas vegetales, (58) Alcoholes y (68) Alfombras y otros.

CAMBIOS EN LOS FLUJOS FÍSICOS DE LA INDUSTRIA ENTRE 1992 Y 2000

Si bien los cambios metodológicos en la Encuesta Industrial impiden realizar un seguimiento de la evolución en la estructura de los flujos físicos de la industria, otras fuentes de información nos permiten avanzar una aproximación clarificadora. Para ello utilizamos como fuente principal la información recogida en García (2002), que mediante una aplicación *input-output* calcula los usos energéticos, en términos físicos, de la economía gallega en el año 2000.

En las encuestas base de este estudio se recogen datos sobre las principales materias primas utilizadas y productos obtenidos e, incluso, consumos de agua. No obstante, el no realizarse el muestreo con los mismos criterios que los de la Encuesta Industrial utilizada en el análisis de los flujos de 1992, ni presentar el mismo grado de exhaustividad para los materiales, nos ha obligado a realizar ciertos ajustes necesarios para dicha comparación. Así, para la información de materiales de los que no disponíamos de datos se estimó su evolución en función de la observada para aquéllos de naturaleza semejante.

De igual modo, la información sobre usos de agua decidimos completarla mediante

consulta telefónica a las empresas más importantes, aquellas que agrupan la mayor parte de la facturación de los sectores considerados, para corregir las respuestas que interpretaban el consumo como una «compra» (excluyendo la captada directamente de pozos y ríos). En cuanto a los flujos de energía, al igual que en 1992, los valores se corresponden con la disposición de la información más completa.

Seleccionamos los sectores 10, 11, 20 y 80, como muestra significativa de la evolución de los cambios físicos. Todos ellos destacan en cuanto al volumen de todos estos flujos y a la intensidad de las *ratios*:

■ (10) Siderurgia y primera transformación del hierro y del acero. Se trata de un sector de gran impacto ambiental ya que se encuentra entre los diez primeros en volumen de materias y energía, de producción vendible y de residuos generados. Además, presenta índices medios en el de materiales/producto y en el de energía/producto.

■ (11) Producción y primera transformación de metales no féreos. Como en el caso anterior, se trata de un sector con un gran impacto ambiental ya que se sitúa entre los diez primeros sectores en volumen de materias y energía (es el mayor consumidor de energía), y de producción vendible. Arroja, además, un índice alto en el de energía/producto, y medio en el de materiales/producto.

■ (20) Química inorgánica. Se trata de un sector de gran impacto ambiental ya que está entre los diez primeros en volumen de materias, agua y energía utilizados, de producción vendible y de residuos generados, con índices muy altos en el del agua, alto en el de residuos, medio en el de energía y medio-bajo en el de materiales.

■ (80) Pasta papelera, papel y cartón. Se encuentra este sector entre los que tienen mayor volumen de materiales, agua y energía utilizados, de producción vendible y de residuos generados, y por lo mismo en los sectores con un mayor impacto en el medio. Las *ratios* de agua/producto y de residuos/producto son altas, mientras las de materiales/producto y de energía/producto son medias.

SECTOR (10) SIDERURGIA Y PRIMERA TRANSFORMACIÓN DEL HIERRO Y DEL ACERO

Incluimos aquí las actividades de Siderurgia, Fabricación de tubos de acero y Trefilaje, estiramiento, perfilado y laminado en frío del acero (25).

Durante años, la principal actividad de este sector en Galicia se concentró en la provincia de A Coruña, destacando las factorías de Sidegasa, Megasa, Emesa Trefilería, Emesa, SE de Carburos Metálicos o Silicio de Sabón.

Tras el cierre de Sidegasa, a finales de los ochenta, la capacidad productiva de acero común quedó reducida a Megasa, con unas dimensiones semejantes pero con instalaciones más anticuadas. La producción en 1994 superaba las 600.000 toneladas de elaborados de acero, cifra que se verá superada ampliamente en años posteriores. En 1998 se inaugura Megasider, que realiza transformados del acero.

Silicio de Sabón es la única que oferta silicio en el sector metalúrgico español, pertenece a SE de Carburos Metálicos. Aunque la actividad es fundamentalmente metalúrgica, constituye en el Estado una de las diez primeras empresas de la rama química.

SE de Carburos Metálicos fue fundada en 1897. En 1992 se venden las plantas de Cee, Dumbría y Sabón, segregándose la primera de la matriz SE de Carburos Metálicos, pasando a denominarse Ferroatlántica.

Emesa Trefilería fue vendida por Emesa a Ensidesa en 1988, pasando con posterioridad al grupo Aceralia. Hoy en día está integrada en Arcelor, líder europeo del acero, tras la fusión realizada en 2001, en la que participa Aceralia (26).

Los principales cambios observados de 1992 a 2000 en cuanto a los flujos de materiales y energía se indican en los cuadros 3 y 4, respectivamente.

En conjunto, todas las empresas del sector, como se puede observar en el cuadro 3, obtuvieron en 1992 una producción material vendible de 545.720,80 tonela-

ENERGÍA, MATERIALES Y AGUA EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA GALLEGA

das, con un incremento en 2000 de un 36,11% (llegando a las 742.793,58 toneladas). La mayor parte de esta producción está constituida por Productos siderúrgicos diversos, seguido de Alambre, Artículos derivados del alambre y Tubos de acero.

Los materiales necesarios para la obtención de estos elementos proceden del propio sector, si bien no provienen necesariamente en su totalidad de Galicia: Hierro viejo, Alambón, Ferromanganeso y ferrosilicomanganeso, Ferrosilicio y otros..., por un total de 1.297.993,87 toneladas en 1992, que se reducen un 19,15%, hasta llegar en 2000 a 1.049.410,26 toneladas.

Por lo tanto, asistimos a una mejora de la eficiencia en cuanto al uso de los materiales, al conseguir elevar considerablemente el volumen de producción reduciendo la compra de materiales y un aumento (en términos relativos) de los reemplazos, con lo cual los residuos inicialmente sólidos que en 1992 acababan por superar la magnitud de los productos elaborados, en 2000 significan una cifra ligeramente superior al 41% del producto vendible.

En 1992 constatábamos que, aun siendo muy importante el flujo de entrada de materiales, era reducido el número de sectores que lo abastecen. En cambio, los productos vendibles tenían como destino una amplia variedad de sectores industriales, revelando la importancia de este sector para el conocimiento del circuito de distintos minerales tras sufrir una primera transformación y antes de integrarse en una gran multiplicidad de productos transformados para la demanda final.

Consideramos un consumo de seis toneladas de agua por tonelada de producto fabricado en 1992, lo que supone un consumo total de agua en ese año de 3.274.324,8 toneladas, y de 4,5 toneladas de agua por tonelada de producto fabricado en 2000 y un consumo total de 3.342.571,11 toneladas. No toda esta agua se convertirá en efluentes líquidos, al perderse una porción importante en forma de vapor. Posteriormente veremos unas *ratios* inferiores, al incluir en el cálculo no sólo el producto material obtenido sino también la producción de energía.

CUADRO 2
RATIOS DE MATERIALES/PRODUCCIÓN VENDIBLE, AGUA/PRODUCCIÓN VENDIBLE, ENERGÍA/PRODUCCIÓN VENDIBLE Y RESIDUOS/PRODUCCIÓN VENDIBLE
INDUSTRIA MANUFACTURERA GALLEGA. AÑO 1992

Sectores	Mat/Pto.	Agua/Pto.	Ener/Pto.	Res/Pto.
8	0,000011	0,999989	0,000010	0,000010
10	2,318003	5,847403	0,100499	7,265905
11	2,328907	8,000000	1,361540	10,690447
13	1,074441	0,008000	0,044457	0,126921
14	1,541496	0,156000	0,060199	0,757695
15	0,951275	130,000000	0,002757	129,954032
16	21,102097	3,000000	0,003928	23,106025
17	1,156751	8,999961	0,298342	9,455055
18	1,640928	0,656371	0,265128	1,562427
19	1,038605	500,000000	0,003936	500,042540
20	1,403853	42,780000	0,232063	43,415915
21	1,227611	100,000000	0,019358	100,246969
22	1,042156	600,000000	0,152156	600,194312
23	3,207040	0,300000	0,026271	2,533311
26	0,751389	0,300000	0,035786	0,087175
27	7,586397	9,278992	1,567604	17,432993
28	0,676723	15,000000	0,057545	14,734268
30	1,444026	0,160000	0,467659	1,071687
45	2,755437	11,737328	0,099264	13,592028
47	0,994193	0,300000	0,061189	0,355382
50	0,269970	0,740000	0,085520	0,095487
51	1,298668	18,000000	0,083790	18,382458
55	2,273824	25,000000	0,113008	26,386798
57	0,188455	45,200000	0,025672	44,414128
58	0,076961	1,000000	0,299337	0,376298
59	1,471416	1,000000	0,141725	1,613141
62	0,177348	12,000000	0,073731	11,251079
63	0,092501	20,000000	0,012697	19,105198
64	1,478626	1,342425	0,094843	1,915335
65	1,210482	2,000000	0,306776	2,517258
66	2,338266	1,500000	1,153423	3,991689
68	1,002895	0,050000	0,058064	0,110957
78	1,493887	0,859616	0,027567	1,381069
80	2,240182	81,397514	0,198227	82,835922
81	1,029518	0,178871	0,032956	0,241345
83	1,202535	0,646632	0,510911	1,360078
86	67,079365	1.998,809524	2,984127	2.067,873016

FUENTE: Elaboración propia a partir de Doldán (1999).

Las necesidades de energía siguieron en estos años una evolución dispar a la observada para los materiales, al aumentar considerablemente las entradas, un 41,87 % (de 56.275,60 tep. a 79.837,63). La energía utilizada es fundamentalmente de origen eléctrico, aunque de 1992 a 2000

es perceptible un cambio significativo en cuanto a los otros tipos de energía, al desaparecer casi el uso de fuel-oil, ocupando su lugar el gas natural. El propio sector siderúrgico obtiene energía eléctrica, que en parte será autoconsumida y en parte vendida a la red, sin que ello expli-

CUADRO 3
FLUJOS DE MATERIALES EN EL SECTOR (10)
AÑOS 1992 Y 2000. Tm

CNBS	1992				2000				%Δ2000/1992			
	Entradas (E.)	Reempleos (Rem.)	Total Pv. (Pv.)	Residuos (Res.)	Entradas (E.)	Reempleos (Rem.)	Total Pv. (Pv.)	Residuos (Res.)	E.	Rem.	Pv.	Res.
110	26.778,80								-100,00			
111					52.800,00							
112					5.100,00							
114	9.081,00				18.700,00				105,92			
130					14.600,00							
212	1.650,37				112.499,80				6.716,64			
221	1.154.193,60	971.885,00	504.816,00		710.000,00	941.141,26	692.182,35		-38,49	-3,16	37,12	
222			654,80				897,83				37,12	
223			24.337,00		111.000,00		33.369,86				37,12	
231	24.547,00				5.620,54				-77,10			
239	47.485,20				10.872,72				-77,10			
247	5.828,00				1.334,44				-77,10			
251	71,00				16,26				-77,10			
253	27.213,70				6.231,14				-77,10			
316			15.913,00				4.000,00					-22,43
346	1.145,20				635,54				-44,50			
TOTAL	1.297.993,87	971.885,00	545.720,80	752.273,07	1.049.410,44	941.141,26	742.793,58	306.616,86	-19,15	-3,16	36,11	-59,24

FUENTE: Elaboración propia, incluyendo datos de Doldán (1999) y García (2002).

CUADRO 4
FLUJOS DE ENERGÍA EN EL SECTOR (10)
AÑOS 1992 Y 2000 TEP

Tipo de energía	1992				2000				%Δ2000/1992			
	Entradas (E.)	Reempleos (Rem.)	Total Pv. (Pv.)	Residuos (Res.)	Entradas (E.)	Reempleos (Rem.)	Total Pv. (Pv.)	Residuos (Res.)	E.	Rem.	Pv.	Res.
Electricidad	44.458,47	17.355,37	14.241,39		69.597,76	16.537,48	16.222,14		56,55	-4,71	13,91	
Carbón mineral	7,88								-100,00			
Fuel-oil	11.709,00				69,0				-99,41			
Gasóleo A	100,26				196,87				96,36			
Gas natural					9.974,00							
TOTAL	56.275,60	17.355,37	14.241,39	42.034,21	79.837,63	16.537,48	16.222,14	63.615,49	41,87	-4,71	13,91	51,34

FUENTE: Elaboración propia, incluyendo datos de Doldán (1999) y García (2002).

que el elevado incremento de las entradas de energía. La conversión energética en este sector hace que una porción importantísima se convierta en energía no disponible, de hecho el coste energético ha aumentado, en lo que parece ser una compensación al aumento de la eficiencia en el uso de materiales.

El volumen total de residuos en este sector fue de 4.068.632,09 toneladas en 1992 y de 3.712.803,46 toneladas en 2000. Se trata de un sector con importantes emisiones contaminantes a la atmósfera, y de una amplia variedad, en donde es posible encontrar SO₃, SiO₂, Al₂O₃, CaO, coque, FH, K₂O, Na₂O, PbO y ZnO, CO₂ y CO, y NO_x.

En cuanto a la contaminación hídrica pueden aparecer aceites, grasas, jabones, arsénico, cadmio, cobre, fluor, plomo, manganeso, mercurio, zinc y otros muchos productos. Los residuos sólidos son, por lo general, estériles y materia prima, compuestos por pulpas y barros, y escorias. Se observa en este sector una reducción del volumen de residuos, sin duda por la mejora en la eficiencia en el uso de materiales y agua (cuadro 5).

SECTOR (11) PRODUCCIÓN Y PRIMERA TRANSFORMACIÓN DE METALES NO FÉRREOS

Comprende la producción y primera transformación del aluminio, la producción y primera transformación del cobre y la producción y primera transformación de otros metales no férreos. En Galicia se puede identificar sin problemas con el sector del aluminio (27).

Esta actividad tiene presencia en Galicia debido a la oferta energética gallega, dado el alto consumo de las empresas dedicadas a esta actividad. En alguno de los últimos veinte años casi la mitad del consumo total de energía eléctrica gallega era realizado por la metalurgia no férrea, unas cuatro veces el consumo doméstico. Hay que tener en cuenta que para obtener una tonelada de aluminio son necesarias dos toneladas de alúmina y que durante este proceso se necesitan unos 15.000 Kwh, lo que supone que toda la transformación en Galicia necesita de unos cuatro millones de Mwh.

CUADRO 5
COEFICIENTES RELATIVOS AL COSTE EN TÉRMINOS FÍSICOS Y ENERGÉTICOS DEL SECTOR (10)
AÑOS 1992 Y 2000

	1992	2000
Tm materiales / Tm producto	2,318003	1,382594
Tm agua / Tm producto	5,847403	4,403823
Tep energía / Tm producto	0,100499	0,105186
Tm residuos / Tm producto	7,265905	4,891603

FUENTE: Elaboración propia, incluyendo datos de Doldán (1999).

En Galicia son las factorías de A Coruña y sobre todo la de San Cibrán (los ayuntamientos de Xove y Cervo) las principales representantes de esta actividad. La factoría coruñesa se construye en 1958 con el objetivo de obtener aluminio. En 1977 comienza a construirse la factoría de Alúmina-Aluminio en A Mariña, entrando en funcionamiento al año siguiente utilizando tecnología procedente de las grandes transnacionales del sector: sobre todo Alcán, pero también de Alcoa y Pechiney. Cuando en el año 1985 tuvo lugar la constitución del grupo Inespal, supuso la integración de Alugasa en el grupo Endasa, y la salida de Pechiney de la empresa ubicada en A Coruña. La estructura del grupo queda bajo el control del INI (72,65% del capital) y Alcán (23,90%).

Esta situación se mantiene hasta 1990 en que el INI compra las acciones de Alcán. En 1992 el grupo Inespal se incorpora al holding Téneo. A partir de aquí se inicia el camino de la privatización, ejecutada en 1997, y que supuso la entrada y control del grupo por la transnacional Alcoa.

En la última década se está obteniendo en Galicia más del 70% del aluminio electrolítico de primera fusión de España (unos dos tercios en San Cibrán y el resto en A Coruña). La transformación del aluminio de segunda fusión (a partir de los restos de aluminio metal) se lleva a cabo en su totalidad fuera de Galicia.

En el análisis que hacemos a continuación se debe tener en cuenta que sólo está recogida en la Encuesta Industrial la producción de aluminio pero no la de la alúmina que le sirve de base, ya que ésta aparece dentro del sector (20) Química inorgánica. Si bien, en la práctica estos

dos procesos de transformación van unidos, en nuestro análisis se han tratado por separado, de acuerdo con el criterio de nuestra fuente estadística. Dada la hegemonía de la producción de alúmina en el sector (20), si queremos conocer el impacto de todo el ciclo de transformación del aluminio debemos ver en paralelo los datos de ambos sectores (cuadros 6 y 7).

Como podemos observar en el cuadro 6, las empresas del sector obtuvieron una producción vendible en el año 1992 de 283.317,30 toneladas y en el 2000 de 488.158,49 toneladas (un aumento del 72,30%). Esta producción está compuesta sobre todo por aleaciones de aluminio de primera fusión, productos extraídos de aleaciones de aluminio, productos extraídos de aluminio, aluminio de primera fusión...

Para obtener estos elementos fueron necesarias 659.819,77 toneladas de materiales en 1992 y 908.454,36 toneladas en 2000 (un aumento del 37,68%), es decir, cifras que rondan la relación 2/1 toneladas de material por tonelada de producto vendible, lo que vendría a significar un importante volumen de residuos inicialmente sólidos. Entre los materiales utilizados sobresalen diversos productos químicos como la alúmina (que si bien se obtiene en el mismo complejo veremos en el sector), brea de alquitranes de hulla, fluoruro de aluminio y otros metaloides...

A semejanza del sector (10), el importante flujo de entrada de materiales es proporcionado por unos pocos sectores, mientras que el flujo de salida de los productos elaborados se dirige a un amplio número de sectores industriales, por ser

CUADRO 6
FLUJOS DE MATERIALES EN EL SECTOR (11)
AÑOS 1992 Y 2000. Tm

CNBS 11	1992				2000				%Δ2000/1992			
	Entradas (E.)	Reempleos (Rem.)	Total Pv. (Pv.)	Residuos (Res.)	Entradas (E.)	Reempleos (Rem.)	Total Pv. (Pv.)	Residuos (Res.)	E.	Rem.	Pv.	Res.
110	3.324,00				54.000,00				1524,55			
112					6.500,00							
114					250,00							
130	104.891,00				116.304,00				10,88			
212	3.307,50				3.871,57				17,05			
224	61.444,23	308.969,00	283.028,90		49.872,55	445.736,01	487.815,20		-18,83	44,27	72,36	
239					90.130,00							
247	1.907,00				2.232,22				17,05			
251	484.330,96				581.078,53				19,98			
253	171,00	150.137,00			200,16	51.800,00			17,05	-65,50		
259	9,30				10,89				17,10			
311			23,50				27,97				19,02	
312			264,90				315,32				19,03	
346					3.500,00							
600	434,78				504,43				16,02			
TOTAL	659.819,77	459.106,00	283.317,30	376.502,47	908.454,36	497.536,01	488.158,49	420.295,87	37,68	8,37	72,30	11,63

FUENTE: Elaboración propia, incluyendo datos de Doldán (1999) y García (2002).

CUADRO 7
FLUJOS DE ENERGÍA EN EL SECTOR (11)
AÑOS 1992 Y 2000. TEP

Tipo de energía	1992				2000				%Δ2000/1992			
	Entradas (E.)	Reempleos (Rem.)	Total Pv. (Pv.)	Residuos (Res.)	Entradas (E.)	Reempleos (Rem.)	Total Pv. (Pv.)	Residuos (Res.)	E.	Rem.	Pv.	Res.
Electricidad	356.805,55	0,00	0,00		480.709,88	269,52	0,00		34,73			
Carbón mineral	4,20				0,00				-100,00			
Fuel-oil	27.559,00				35.978,40				30,55			
Gasóleo A	679,63				608,33				-10,49			
Gasóleo C	19,52				0,00				-100,00			
Gasolina	26,78				0,00				-100,00			
Gas natural	0,00				103,77							
GLP	653,09				24.012,45				3576,74			
TOTAL	385.747,77	0,00	0,00	385.747,77	541.412,83	269,52	0,00	541.412,83	40,35			40,35

FUENTE: Elaboración propia, incluyendo datos de Doldán (1999) y García (2002).

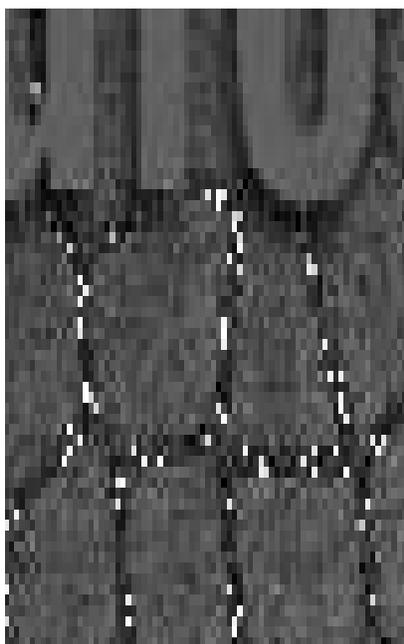
éste un sector de primera transformación. Resulta para nosotros un sector clave en el conocimiento del circuito seguido por los distintos materiales antes de llegar a la demanda final.

El consumo de agua que estipulamos para este sector es de ocho toneladas de agua por tonelada de producto fabricado en 1992 y de siete en 2000, es decir, se pasaría de utilizar 2.266.538,4 toneladas a 3.417.109,43 toneladas (un incremento del 50,76%). La mejora en la eficiencia se compensa con el aumento del consumo de agua total, aumentando de este modo el impacto de los efluentes líquidos y, en particular, de los lodos rojos.

En cuanto al uso de energía conviene recordar que se trata del sector de mayor consumo de energía eléctrica de toda la economía gallega y que, junto con la producción de alúmina (analizada en el sector de la Química inorgánica) consumen más que todo el resto de la industria y más del doble del consumo para usos domésticos. Por otra parte, se evidencia un aumento considerable de la energía utilizada, un 40,35%.

En cuanto al tipo de energías utilizadas, el único cambio significativo es el elevado incremento en el uso de GLP, sin que ello merme, de un modo apreciable, la utilización de otras fuentes. Esta industria es uno de los elementos que más distorsiona cualquier intento de planificación energética que se pretenda llevar a cabo para Galicia, dado el elevado consumo y gran localización del mismo. El desarrollo de esta actividad con la instalación de la factoría de Alúmina-Aluminio coincide en el tiempo con la puesta en funcionamiento de las centrales térmicas, nace en proyecto con la instalación de una central nuclear en Xove, que posteriormente no fructificó, y en la actualidad es omnipresente en toda política energética, hipotecando soluciones alternativas. La ubicación en Galicia de esta actividad se produce en el marco de una deslocalización de industrias de alto consumo energético hacia zonas que dispongan de posibilidades de abastecimiento.

Se trata, en definitiva, de una exportación energética encubierta. La mayor parte de la producción de este complejo



es vendida y utilizada en el exterior, con la agravante de que como sector gran consumidor, el precio de la energía eléctrica utilizada será significativamente inferior (de 4 a 5 veces) al pagado por otros sectores. De 1992 a 2000 hay una mejora en la *ratio* toneladas de energía/tonelada de producto, que, si bien es una buena señal, no modifica substancialmente el impacto de dicho sector sobre el sistema energético gallego, al no ir acompañado de una reducción del uso total de energía que, como indicamos ha aumentado.

El volumen de residuos en este sector es especialmente significativo, 3.028.788,64 toneladas en 1992 y de 4.378.818,13 toneladas en 2000 (con un aumento del 44,57 %), derivado de la elevada utilización de materiales y esencialmente de agua y energía. Los procesos de tratamiento del mineral y la fusión son los más contaminantes. Son comunes las emisiones de monóxido de carbono, monóxido de azufre, aluminio en polvo, óxido férrico, fluoruros, CO₂, CO, SO₂, nitratos, substancias orgánicas, berilio, mercurio, arsénico y cromo, NOx, hidrocarburos, plomo o vanadio. De especial importancia son los lodos rojos (agua con un contenido en sólidos del 60% que lleva en suspensión una elevada concentración de sosa cáustica, licores negros, etc.) (cuadro 8).

SECTOR (20) QUÍMICA INORGÁNICA

Abarca las unidades que se dedican a obtener ácido sulfúrico y derivados, gases industriales (salvo gases comprimidos), electroquímica, obtención de carburo de calcio, de fósforo, calcio, arsénico, cianuro, bromo, yodo, ácidos inorgánicos, bases, hidróxidos y peróxidos, haluros no metálicos, sales y otros productos químicos inorgánicos de base.

Empresas importantes en este sector son Copo Ibérica, S.A., Magaplast, S.A., Mavesa Industrias Plásticas, S.A. o Elnosa. Esta última provoca importantes problemas medioambientales, lo que llevó incluso a su paralización temporal en 1991; la reducción del consumo de cloro por Ence le hizo perder importancia. Como ya hemos advertido, en el sector de la Química inorgánica se incluye también la obtención de alúmina del complejo Alúmina-Aluminio, que en la práctica va unida a la primera transformación del aluminio, pero que en la Encuesta Industrial se recoge en sectores diferentes (cuadros 9 y 10).

Se trata de un sector con una producción vendible de 1.064.169,12 toneladas en 1992, que se elevó en un 34,96 % en 2000, alcanzando 1.436.232,06 toneladas, de las cuales la mayor parte es alúmina; también hay en esa producción otras bases, óxidos, hidróxidos y peróxidos metálicos inorgánicos no medicinales, Sosa cáustica, Hipoclorito sódico...

Los materiales necesarios para esta producción supusieron un total de 1.493.936,72 toneladas en 1992 y de 2.787.907,44 en 2000 (un aumento del 86,61%), destacando la Bauxita (una parte importante a través de intermediarios comerciales), seguido de Sosa cáustica, Ácido sulfúrico, Carbonato neutro de sodio, y Sulfatos, alumes y persulfatos no fertilizantes, Sal marina... Dado que la cifra de reemplazos apenas ha variado, esta evolución dispar de materiales y producción vendible conllevará también un aumento considerable de los residuos inicialmente sólidos (un 214,51%).

Si consideramos que la principal entrada de materiales es la bauxita, que además es la que ha tenido mayor aumento, y que el principal usuario es la industria del

aluminio, estos resultados han de ser analizados conjuntamente con los del sector anterior (11). De hecho, las mejoras en la eficiencia en términos físicos observada en aquel sector quedan empañadas por estos datos, toda vez que el principal complejo industrial dedicado a la producción de aluminio conjuga ambas actividades, una propia de la Química inorgánica y otra de Producción y transformación de metales no féreos.

Aun así, los datos correspondientes al presente sector deben explicarse también por un aumento de la producción de alúmina y otros productos químicos destinados a la exportación ya que esta producción sólo es absorbida en parte por la metalurgia no férrea gallega.

Los sectores abastecedores son primordialmente extractivos: Minerales metálicos, Combustibles sólidos, Coquerías, Minerales no metálicos y canteras; aunque también están otros como Producción y primera transformación del hierro y del acero, o Industrias químicas. La extensión en el uso de los productos de la química inorgánica nos muestra el elevado número de sectores industriales que serán compradores de ellos.

Consideramos un consumo de 42,78 toneladas de agua por tonelada de producto fabricado en 1992 y de 18,39 toneladas de agua en 2000, lo que elevaba a 45.525.154,95 toneladas el volumen de agua utilizada por el sector en 1992 y a 26.412.307,58 toneladas en 2000.

La cantidad de energía utilizada es de 246.954,16 tep, en 1992 y de 306.305,97 en 2000, lo que supuso un aumento del 24,03 %. El tipo de energía que más destaca es el fuel-oil, utilizándose también energía eléctrica, GLP, gasóleo A, gasolina y gasóleo C. Los usos energéticos de este sector lo convierten en el segundo en importancia en el ámbito industrial. Dado que, como vimos, el primero es el sector (11) de Producción y transformación de metales no féreos, al que va asociado, se asienta la afirmación realizada de considerar a la producción conjunta de alúmina y aluminio como una rémora en cualquier intento de planificación o modificación del abastecimiento y usos energéticos para Galicia.

CUADRO 8
COEFICIENTES RELATIVOS AL COSTE EN TÉRMINOS FÍSICOS
Y ENERGÉTICOS DEL SECTOR (11)
AÑOS 1992 Y 2000

	1992	2000
Tm materiales / Tm producto	2,328907	1,860982
Tm agua / Tm producto	8,000000	7,000000
Tep energía / Tm producto	1,361540	1,109092
Tm residuos / Tm producto	10,690447	8,970075

FUENTE: Elaboración propia, incluyendo datos de Doldán (1999).

En esta actividad se produce un volumen de residuos de 46.201.876,71 toneladas en 1992 y 28.070.288,93 toneladas en 2000. La importante reducción del volumen de residuos se debe fundamentalmente a la elevada reducción de efluentes líquidos en la obtención de cloro, no tanto por la reducción en las *ratios* toneladas agua/tonelada de producto como por la propia caída de la producción, al haberse modificado el proceso productivo de la fabricación de pasta papelera eliminando este material.

A esto habría que añadir las mejoras introducidas en la fabricación de alúmina que han reducido la *ratio* del agua. Las fuentes de residuos y contaminantes pueden ser muy variadas, desde el producto final fabricado, por pérdidas en la recuperación, hasta un rendimiento insuficiente en los procesos de fabricación. Los principales contaminantes emitidos son gases y vapores, con contenido de ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido clorhídrico, ácido fosfórico y otros, y, en menor medida, partículas sólidas, además de CO₂ y CO, NO_x, hidrocarburos, plomo o vanadio. También se debe destacar la contaminación hídrica, por la diversidad de sus vertidos, y de residuos sólidos en los que aparecen restos de productos químicos inorgánicos, metales...

Los coeficientes calculados nos muestran un primer índice de eficiencia ecológica de los sistemas utilizadores de materiales, agua y energía (cuadro 11).

SECTOR (80) PASTA PAPELERA, PAPEL Y CARTÓN

En el sector (80) se recoge la fabricación de pasta para papel y cartón por cual-

quier procedimiento (mecánico, químico y semiquímico) (28) y a partir de cualquier materia (madera, trapos viejos, papeles viejos, paja, etc.) y la fabricación de papel de periódico, para libros y otros trabajos de imprenta y reproducción, papel de escribir, cartulina, papel y cartón Raft, papel de seda y otros papeles finos, cartón para envases, para hacer cajas...

Destaca en este sector la Empresa Nacional de Celulosas (ENCE), con su factoría de Pontevedra, uno de los más insidiosos puntos negros del medio ambiente gallego. En 2001 se privatiza, participando de modo destacado diversas cajas de ahorros y bancos. También sobresale la Papelera de Brandía, S.A. (cuadros 12 y 13).

En esta industria la producción vendible fue en 1992 de 235.750,81 toneladas y en 2000 de 333.359,00 toneladas (un incremento del 41,4%), siendo los productos más importantes Pasta de madera química al sulfato o a la sosa, blanqueada, Otro papel de imprenta y para escribir, Papel y cartón Kraft y Papel y cartón para embalaje (excepto kraft). Los materiales que se necesitaron para llevar adelante esta transformación alcanzaron un volumen de 530.190,35 toneladas en 1992 y de 723.682,57 toneladas en 2000 (un aumento del 36,49%). Es decir, se ha conseguido mejorar el aprovechamiento unitario de los materiales, aumentar la producción vendible y reducir los residuos inicialmente sólidos.

Entre los materiales que entran en el proceso de transformación, destacan los siguientes: Resinas, gomas, savias y lacas naturales, Madera de frondosas para trituración, Caolín y arcillas caolínicas, Talco, esteatita y sepiolita, Cales, Otros produc-

CUADRO 9
FLUJOS DE MATERIALES EN EL SECTOR (20)
AÑOS 1992 Y 2000. TEP

CNBS 20	1992				2000				%Δ2000/1992			
	Entradas (E.)	Reempleos (Rem.)	Total Pv. (Pv.)	Residuos (Res.)	Entradas (E.)	Reempleos (Rem.)	Total Pv. (Pv.)	Residuos (Res.)	E.	Rem.	Pv.	Res.
110	26.335,00				41.211,42				56,49			
210	7.336,20				26.180,10				256,86			
212	694.226,00				2.477.428,00				256,86			
224	1,00				3,25				225,00			
233	31.589,00				38.650,00				22,35			
239	22.635,00				27.694,54				22,35			
242	30.032,00				44.890,00				49,47			
251	75.181,00	9,46	1.064.169,12		131.242,82	9,45	1.427.982,00		74,57	-0,11	34,19	
253	347,91				607,32		8.250,06		74,56			
600	606.253,61								-100,00			
TOTAL	1.493.936,72	9,46	1.064.169,12	429.767,60	2.787.907,44	9,45	1.436.232,06	1.351.675,38	86,61	-0,11	34,96	214,51

FUENTE: Elaboración propia, incluyendo datos de Doldán (1999) y García (2002).

CUADRO 10
FLUJOS DE ENERGÍA EN EL SECTOR (20)
AÑOS 1992 Y 2000. TEP

Tipo de energía	1992				2000				%Δ2000/1992			
	Entradas (E.)	Reempleos (Rem.)	Total Pv. (Pv.)	Residuos (Res.)	Entradas (E.)	Reempleos (Rem.)	Total Pv. (Pv.)	Residuos (Res.)	E.	Rem.	Pv.	Res.
Electricidad	38.766,23		0,00		20.924,38		0,00		-46,02			
Fuel-oil	207.768,00				282.528,60				35,98			
Gasóleo A	102,03				165,16				61,87			
Gasóleo C	1,77				16,45				829,38			
Gasolina	38,59				0,00				-100,00			
GLP	277,54				2.671,38				862,52			
TOTAL	246.954,16		0,00	246.954,16	306.305,97		0,00	306.305,97	24,03			24,03

FUENTE: Elaboración propia, incluyendo datos de Doldán (1999) y García (2002).

tos químicos orgánicos, Cloro, Ácido sulfúrico, Hidróxido de sodio (sosa cáustica), Sulfatos de sodio, Sulfato de aluminio, Carbonato neutro de sodio...

Los sectores que suministran los materiales que entran en el proceso son Silvicultura, Minerales no metálicos y canteras, Petroquímica y química orgánica, Química inorgánica, Materias plásticas y caucho, Otros productos químicos industriales, Productos alimenticios diversos, además de importaciones a Galicia, siendo muy variado el destino de la producción.

El consumo de agua que consideramos en este sector es de 86 toneladas de agua por tonelada de pasta papel, y 20 toneladas de agua por tonelada de papel fabricado en 1992 y de 37,8 y 20 toneladas de agua, respectivamente, en 2000, luego el volumen de agua utilizada sería de 19.264.584 toneladas en 1992 y de 12.184.630,2 en 2000. Se observa una importantísima reducción de los efluentes líquidos, uno de sus principales problemas ambientales, en donde se están realizando mayores esfuerzos en los últimos años.

En cualquier caso, sigue siendo el flujo físico principal de esta actividad y la presencia de múltiples productos químicos en el proceso productivo supone que los efluentes líquidos mantengan una carga contaminante elevada. Hay, además, que recordar que gran parte de estos residuos acaban depositados en el las rías, que son ecosistemas con una gran riqueza de recursos renovables destinados a la alimentación y en donde existe una elevada densidad demográfica.

La energía utilizada por este sector fue de 46.914,85 tep. en 1992 y de 65.823,36 tep. en 2000, es decir, se dio un incremento del 40,3 %. Esta elevación se debe en parte a un aumento de la energía eléctrica que genera y vende a la red, pero sobre todo a un aumento de la producción, permaneciendo inalterado el nivel de la eficiencia energética. Quizás lo más destacable sea la reducción en el uso de fuel-oil y un aumento en paralelo del uso de residuos forestales (seguramente significa un reaprovechamiento de los residuos de este tipo generados por esta actividad).

CUADRO 11
COEFICIENTES RELATIVOS AL COSTE EN TÉRMINOS FÍSICOS
Y ENERGÉTICOS DEL SECTOR (20)
AÑOS 1992 Y 2000

	1992	2000
Tm materiales / Tm producto	1,403853	1,941126
Tm agua / Tm producto	42,780000	18,390000
Tep energía / Tm producto	0,232063	0,213271
Tm residuos / Tm producto	43,415915	19,544396

FUENTE: Elaboración propia, incluyendo datos de Doldán (1999).

El volumen de residuos de este sector es de 19.605.016,32 toneladas y de 12.644.874,17 en 2000. La mayor parte de los residuos son generados en la fabricación de pasta, donde, además, se obtienen unas *ratios* de residuos por tonelada de producto más elevados. La contaminación atmosférica por malos olores es muy importante (sulfuro de hidrógeno, mercaptanos, sulfuro de metilo, sulfuro de dimetilo...), produciéndose emisiones gaseosas con mercaptanos, SO₂, metilmercaptanos, sulfuro de metilo, ácido sulfhídrico, SNa₂, SH₂, SO₂, CO, CO₃Na₂, CO₂, CO, hidrocarburos, plomo, vanadio y productos orgánicos diversos. Hay además una importante contaminación hídrica con productos minerales y orgánicos (detergentes y sales, hidrocarbonatos y derivados —benzol, alquitranes, fenoles...—, aceites minerales, grasas, colorantes, taninos, sulfuros, lejías) (gráfico 1).

En los residuos sólidos se encuentran restos de productos alcalinos, fibra celulósica, pulpa, recortes de madera, serrines... Los indicadores del cuadro 14 muestran una importante caída en la *ratio* de uso de agua, mientras que permanecen sin apenas variaciones las correspondientes al uso de materiales y energía.

CONCLUSIONES

El análisis de los resultados observados en la industria manufacturera gallega nos permite avanzar algunas conclusiones, aun sabiendo que la capacidad de generalizarlas para el conjunto de toda ella está limitada por el hecho de habernos centrado en sólo cuatro sectores. En cualquier caso, dado que se trata de sec-

tores con una producción significativa en el conjunto de la industria gallega, y se encuentran entre los más importantes movilizados de materiales, energía y agua, consideramos que algunas de las siguientes observaciones ilustran posibles tendencias del conjunto industrial.

En primer lugar debemos destacar el contexto energético en el que se desenvuelven estas actividades industriales, así como las modificaciones sufridas en las últimas décadas. Galicia muestra actualmente una destacable dependencia de fuentes energéticas de origen no renovable, después de haber agotado sus dos grandes yacimientos de carbón. La capacidad de autoabastecimiento de energías primarias ha dado paso a un creciente aumento de las importaciones hasta más que duplicar la producción propia.

Esta reciente dependencia energética se revela tanto más absurda, si consideramos que es consecuencia de la construcción de un sector energético dirigido a suministrar energía secundaria (electricidad y derivados del petróleo) al resto del Estado español, y que en base a su antigua capacidad autoabastecedora se instalaron importantes factorías que necesitaban de un amplio y continuado suministro energético (fundamentalmente eléctrico). Esta situación no muda cuando se modifica el marco energético gallego. A todo ello deberíamos añadir las graves consecuencias ecológicas para Galicia derivadas del funcionamiento y características de un sector que mantiene su carácter extravertido.

En cuanto a las actividades manufactureras, cabe destacar el complejo industrial de obtención de alúmina y de aluminio (sectores 20 y 11) que, con sus diversas factorías, se

CUADRO 12
FLUJOS DE MATERIALES EN EL SECTOR (80)
AÑOS 1992 Y 2000. TEP

CNBS 80	1992				2000				%Δ2000/1992			
	Entradas (E.)	Reempleos (Rem.)	Total Pv. (Pv.)	Residuos (Res.)	Entradas (E.)	Reempleos (Rem.)	Total Pv. (Pv.)	Residuos (Res.)	E.	Rem.	Pv.	Res.
51	9,98								-100,00			
52	473.250,00				663582,75				40,22			
231	19,46				336,87				1631,09			
239	107,00								-100,00			
242	2.851,00				1.449,82				-49,15			
251	33.019,85				29.073,82				-11,95			
252					243,915							
253	168,28				8604,163				5013,00			
254					8623,443							
316					878,74							
418	159,95								-100,00			
471	13.310,00	1.860,12	220.448,00			2.652,65	311.720,35		-100,00	42,61	41,40	
472			15.302,81				21.638,65				41,40	
473												
600	1.714,54				806,324				38,22			
629	5.580,29				2.369,79				38,22			
TOTAL	530.190,35	1.860,12	235.750,81	294.439,55	723.682,57	2.652,65	333.359,00	390.323,57	36,49	42,61	41,40	32,56

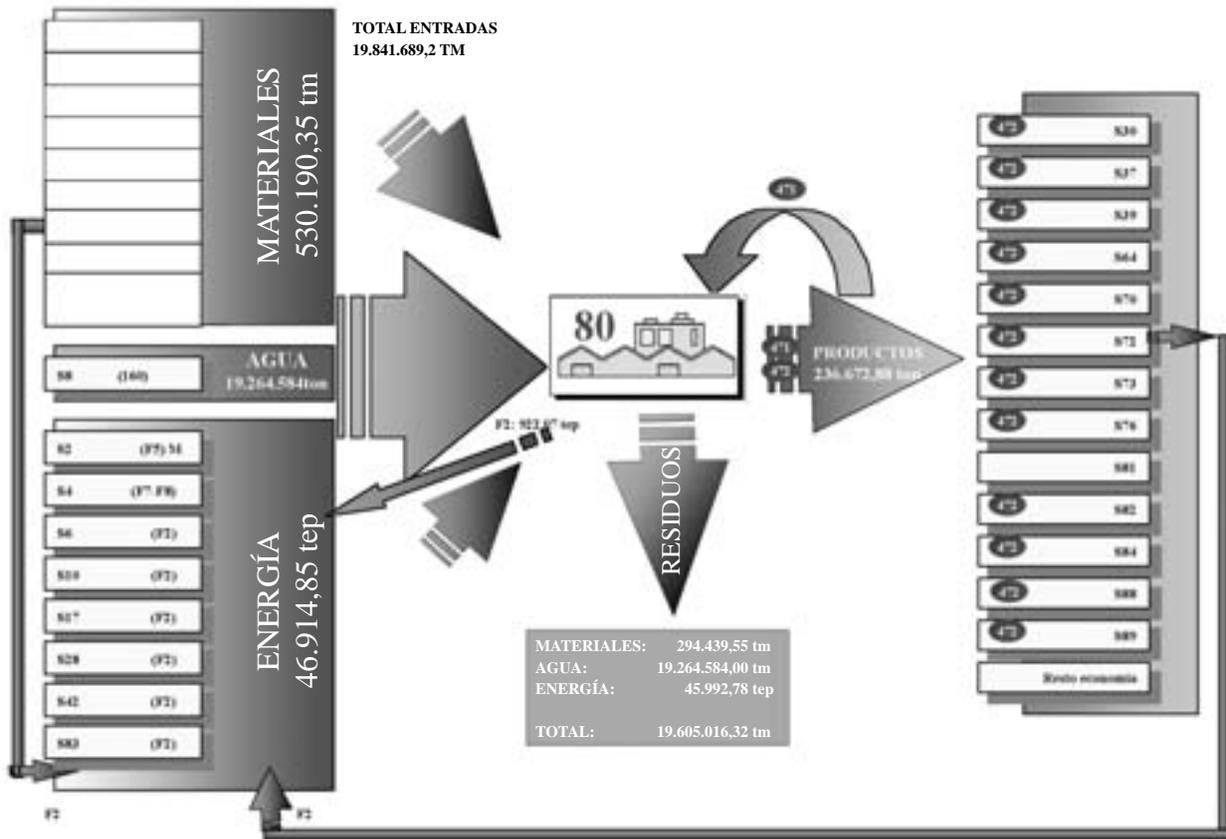
FUENTE: Elaboración propia, incluyendo datos de Doldán (1999) y García (2002).

CUADRO 13
FLUJOS DE ENERGIA EN EL SECTOR (80)
AÑOS 1992 Y 2000. TEP

Tipo de energía	1992				2000				%Δ2000/1992			
	Entradas (E.)	Reempleos (Rem.)	Total Pv. (Pv.)	Residuos (Res.)	Entradas (E.)	Reempleos (Rem.)	Total Pv. (Pv.)	Residuos (Res.)	E.	Rem.	Pv.	Res.
Electricidad	1.894,33	10.684,31	922,07		351,71	10.401,98	2.902,96		-81,43	-2,64	214,83	
Carbón vegetal-leña	260,40				36.776,74			14023,17				
Carbón mineral	0,00				2.193,49							
Fuel-oil	44.525,00				26.242,25				-41,06			
Gasóleo A	235,12				0,00				-100,00			
GLP	0,00				259,18							
TOTAL	46.914,85	10.684,31	922,07	45.992,78	65.823,36	10.401,98	2.902,96	62.920,40	40,30	-2,64	214,83	36,80

FUENTE: Elaboración propia, incluyendo datos de Doldán (1999) y García (2002).

GRÁFICO 1
 MODELO DE UN DIAGRAMA DE FLUJOS DE MATERIALES Y ENERGÍA
 EN LA INDUSTRIA DE PASTA-PAPEL EN GALICIA. 1992



FUENTE: Doldán (1999).

42

convierten en uno de los sectores con mayor movilización de materiales, energía y agua, así como de generación de residuos. Como se indicó, con su demanda de energía (sobre todo electricidad) condiciona toda la política energética gallega.

Por lo demás, se observa que desde 1992 a 2000 se produce una reducción en la mayoría de los costes físicos de los sectores analizados, entre los que sobresalen las caídas en las *ratios* toneladas de agua/tonelada de producto, mientras que la reducción es mucho menor o casi inexistente en las *ratios* de energía. La evolución en la *ratio* de residuos viene determinada sobre todo por el menor uso de agua por unidad de producto.

Estos datos, en parte esperanzadores, parecerían confirmar un mayor control público o privado de las actividades indus-

triales en cuanto a sus repercusiones medioambientales, una mayor concienciación social y empresarial o una mejora en las técnicas productivas que repercutiría en su eficiencia física. En la medida en que el flujo de mayores dimensiones era el del agua y por tanto el de residuos, una mayor eficiencia en este *input* físico corroboraría el supuesto anterior.

En cambio otros datos nos llevan a dudar de que la evolución en las *ratios* venga motivada por todas esas razones o que impliquen un cambio en el impacto sobre el medio ambiente.

En todos los sectores analizados aumenta la producción vendible en términos físicos, y en casi todos ellos ese aumento es posible por un incremento del flujo de materiales necesarios para la transformación. Es decir, con la única excepción observada de

la industria siderúrgica en donde se evidencian mayores aprovechamientos del material y en donde las mejoras técnicas dieron lugar a un aumento de la producción con una reducción del flujo de materiales, en los demás sectores ese aumento en el volumen producido supuso un incremento mayor en el volumen de materiales.

Por otra parte, al no haberse modificado sustancialmente las *ratios* de energía, el aumento de la producción implicó a su vez un aumento de la energía utilizada, sin que en la naturaleza de dichos flujos se perciba una mayor presencia de las energías renovables.

En cuanto al uso de agua una mejora en las *ratios* correspondientes comporta una reducción en dichos flujos para todos los casos, si bien en ciertos sectores (Química inorgánica y Pasta papelera, papel y car-

tón) esta reducción merece una mención especial por la carga contaminante que esos flujos contienen en dichas actividades.

Por último, los flujos de residuos se han reducido en general, mas no en la medida que cabría considerar por los menores costes físicos. Es más, incluso en una actividad como la Producción y transformación de metales no féreos el volumen de residuos, así como todos los flujos físicos, ha aumentando pese a haberse reducido todas sus *ratios*, lo que, resultando aparentemente paradójico, evidencia que las mejoras en la eficiencia, si no van acompañadas de otras medidas, no siempre reducen el impacto de una actividad sobre su entorno.

Todo ello nos lleva a afirmar que en base a lo observado en estos ocho años, se da una tendencia hacia una cierta desmaterialización relativa, manifestada en la reducción de muchas de las *ratios* en el uso de materiales, agua y energía, que no significa siempre una esperable desmaterialización absoluta sino que, por el contrario, aquélla sucede conjuntamente con una re-materialización absoluta, derivada del aumento en la producción y en la mayoría de los flujos materiales que la acompañan.

En todo caso, sería necesario un análisis metabólico de dichas actividades para conocer mejor su verdadero impacto y el grado de contaminación que acompaña a los flujos de residuos.

● ● ● ● ●
NOTAS

- (1) Es el caso del primer horno siderúrgico de España, ubicado en Sargadelos (provincia de Lugo), fundado por Antonio Raymundo Ibáñez, que promoverá posteriormente la fundación de una fábrica de cerámica y loza, y llegará a intentar la instalación de una fábrica de vidrio, una textil...
- (2) Beiras (1972), Carmona y Pena (1989), Sequeiros (1986) ...
- (3) En 1873 se había instalado la primera central eléctrica en Barcelona, considerándose el nacimiento de la industria eléctrica española. Desde ese año, y con significativa presencia de capital vasco, se consolidarán las principales empresas hidroeléctricas del Estado que, con algunos cambios, subsisten hoy día.
- (4) Como los de A Coruña y Vigo, inaugurados en 1913 y 1914, o la línea Porriño-Vigo, inaugurada en 1920.

CUADRO 14
COEFICIENTES RELATIVOS AL COSTE EN TÉRMINOS FÍSICOS Y ENERGÉTICOS DEL SECTOR (80)
AÑOS 1992 Y 2000

	1992	2000
Tm materiales / Tm producto	2,240182	2,152139
Tm agua / Tm producto	81,397514	36,235530
Tep energía / Tm producto	0,198227	0,195750
Tm residuos / Tm producto	82,835922	37,604236

FUENTE: Elaboración propia, incluyendo datos de Doldán (1999).

- (5) Es el caso de dos empresas electroquímicas, Hidroeléctrica del Pindo y Laforet y Cía, cuya importancia no es despreciable ya que la primera es la principal autoprodutora y, hasta finales de la década de 1920, la principal empresa productora de electricidad.
- (6) Compañía de Tranvías de Mondariz a Vigo.
- (7) Entre 1952 y 1962 la producción eléctrica aumentó algo más de un 600%, mientras que el consumo lo hizo «sólo» un 130%.
- (8) Esta empresa se fusionó con Emp en 1985, hoy en el grupo Repsol, destinando su actividad a la adquisición, transporte y refino de petróleo crudo, ubicando sus instalaciones productivas en Bens (A Coruña) y Nostían (Arteixo). Es una de las cinco factorías del grupo dedicadas al refino (las otras son Bilbao, Tarragona, Puertollano y Cartagena), con aproximadamente una cuarta parte de la capacidad de refino del grupo, un 10% del total del Estado, y el procesado de la mitad del crudo refinado en España.
- (9) Doldán (1999).
- (10) La construcción de nuevas centrales eléctricas, del tipo que sean, no deja de constituir un capítulo de un plan energético más ambicioso para nuestro país, que agrava los problemas económico-ecológicos del presente: la dependencia energética gallega no está disminuyendo, sino aumentando; los objetivos en materia energética son cubrir los elevados incrementos de la demanda interna gallega y aumentar el volumen de energía exportada a otros lugares del Estado, sobre todo de fuentes no renovables. No existe una verdadera política de ahorro energético, como mucho un aumento en la eficiencia energética de los combustibles utilizados o en los usos de la energía, pero sin una reducción real de lo consumido. Las actuaciones en materia de energías renovables contemplan desde las centrales minihidráulicas, los parques eólicos, las centrales de biomasa, hasta la incineración de residuos sólidos urbanos, produciéndose simultáneamente un aumento de la obtención de energía disponible y de la demanda final de energía (Menéndez, 1997, y Xunta de Galicia, 1995).
- (11) Frías (1993, 308).
- (12) Son verdaderamente clarificadoras de este punto las explicaciones y demostraciones que se ofrecen en Bunker (1996), Naredo (1998),

- Hüttler, Schandl y Weisz (1998), Naredo y Valero (1999), Bartelmus (2002), Carpintero (2002).
- (13) Habitualmente se dispone de información sobre flujos de energía, pero no de materiales y de agua (al menos para Galicia).
- (14) Naredo y Frías (1988).
- (15) El nuevo modelo de encuesta se hace necesario para una integración estadística industrial en el ámbito comunitario, siguiendo las recomendaciones de la Oficina Estadística de la Unión Europea (Eurostat).
- (16) La fuente de referencia que utilizamos es la Encuesta Industrial 89-92, INE (1995).
- (17) Los materiales utilizados aparecen bajo la denominación de «Materias primas y otros materiales». No se incluyen productos intermedios fabricados y consumidos por el establecimiento, aunque sí las materias primas y materiales necesarios para obtener dichos productos intermedios. Tampoco se incluyen los combustibles y carburantes utilizados como fuente de energía, los cuales aparecen en el grupo de la energía.
- (18) En la encuesta aparece bajo el epígrafe «Energía». Se incluyen los combustibles y carburantes utilizados en la producción de gas y electricidad pero no los utilizados como materia prima o auxiliar que aparecen en el grupo de los materiales.
- (19) Figura un epígrafe con la denominación «Producción de bienes y servicios para la venta». No se incluyen los productos y trabajos en curso de fabricación (iniciados pero no acabados); los productos reemplazados (fabricados y consumidos por el establecimiento para obtener otros más elaborados), que aparecen en otro epígrafe; los bienes de capital fabricados por el establecimiento para uso propio y los trabajos de las grandes reparaciones y mejoras en bienes de capital realizados directamente por el establecimiento; y los servicios y trabajos de carácter no industrial realizados por el establecimiento para terceros.
- (20) La unidad de medida varía según cada tipo de material, por lo que se recurrió a realizar las conversiones necesarias a una unidad común, las toneladas.
- (21) INE (1979) y (1987).
- (22) Con todo, aun considerando estos resultados como una buena fuente de la eficiencia

energética de los procesos industriales, no debe desmarcarse de una visión más amplia, ya que una aparente mayor eficiencia energética en un sector concreto, o para una manufactura concreta, puede obtenerse mediante el desplazamiento de las fases de elaboración de mayor consumo energético (o de materiales) a otros lugares más o menos distanciados geográficamente o a otros sectores de la economía. Mediante algunos cambios técnicos son posibles en muchas ocasiones cambios en la composición de los elementos últimos de un producto, de modo que se utilicen materiales previamente transformados en otros sectores en lugar de realizarse esa transformación en el propio sector.

(23) Los usos del agua pueden aparecer en esta fuente bajo dos formas: como cualquier otra materia prima utilizada, cuando aquélla se incorpora al producto del establecimiento, por lo que el tratamiento de los datos sería idéntico al indicado para los flujos de materiales, constituyendo un flujo de entrada; y como materias primas auxiliares, cuando el agua es utilizada como un elemento más del proceso de transformación, pero no es incorporada al producto obtenido, apareciendo recogida junto con otras materias consideradas como auxiliares (lubricantes, herramientas...), si bien en este caso la valoración no se hace en términos físicos sino exclusivamente monetarios.

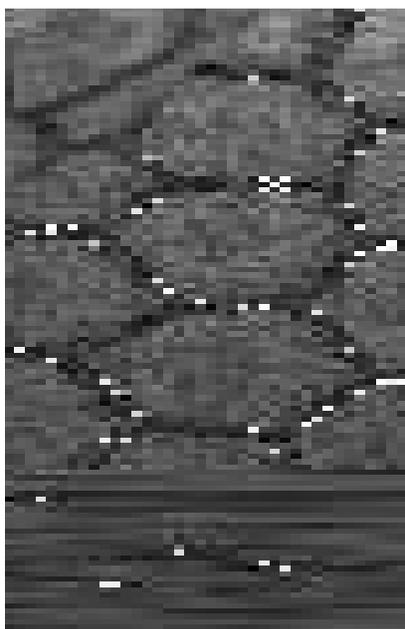
(24) En Doldán (1999) también se ofrece información para aquellos otros subsectores para los cuales la información es parcial para todo tipo de flujos o sólo es completa para alguno de ellos, pero parcial en los demás.

(25) Otras informaciones adicionales sobre las actividades de este tipo de industria y su proceso productivo en Juutinen y Viitanen (2003).

(26) Para conocer los cambios de los últimos años en los diferentes subsectores industriales véase IDEGA (1986-2003).

(27) Otras informaciones adicionales sobre la industria del aluminio en Da Cunha (2003).

(28) Para un estudio de flujos en mayor profundidad de este sector se puede consultar Doldán y Chas (2001), o para un análisis de su metabolismo industrial, Doldán, Chas y Lorenzo (2001).



BUNKER, S. (1996): «Materias-primas y la economía global: olvidos y distorsiones de la ecología industrial», *Ecología Política*, nº 12, pp. 81-89, FUHEM-Icária, Madrid-Barcelona.

CARMONA BADIA, J. y PENA ESPINHA, J. (1989): «As origens do sector eléctrico na Galiza, 1888-1936», *AGALIA. Estudos sobre a História da Economia de Galiza*, monográfico nº 2, pp. 33-48.

CARPINTERO, Ó. (2002): «La economía española: El «Dragón Europeo» en flujos de energía, materiales y huella ecológica, 1955-1995», *Ecología Política*, nº 23, pp. 85-125.

CONSORCIO DE LA ZONA FRANCA DE VIGO (1993): *Ardán. 5.000 empresas de Galicia*, Vigo.

CONSORCIO DE LA ZONA FRANCA DE VIGO (1997): *Ardán Galicia 97. Directorio de 8.000 empresas*, Vigo.

DA CUNHA, R. S. (2003): *Avaliação do desempenho ambiental de uma indústria de processamento de alumínio*, Funcitec [referencia de 2 de junio de 2003]. Disponible en internet: <http://teses.eps.ufsc.br/resumo.asp?2723>.

DOLDÁN GARCÍA, X. R. (1999): *Problemas metodológicos referidos ao cómputo económico dos fluxos de materiais, enerxía e auga na industria. Unha aplicación da súa contabilización á industria manufacturera galega, 1992*, tesis doctoral, Servicio de Publicacións da Universidade de Santiago de Compostela.

DOLDÁN GARCÍA, X. R. y CHAS AMIL, M.^a L. (2001): «La contaminación de la industria de pasta-papel en Galicia: Un análisis de flujos de materiales y energía», *Estudios de Economía aplicada*, nº 18, pp. 143-158.

DOLDÁN GARCÍA, X. R., CHAS AMIL, M.^a L. y LORENZO DÍAZ, M.^a del C. (2001): «La industria manufacturera gallega: derivaciones

de una contabilización ambiental en la consecución de un desarrollo regional sostenible», en *XXVII Reunión de Estudios Regionales*, Madrid, 28-30 de noviembre.

FRÍAS, J. (1993): «Sistemas urbano-industriales», en Naredo y Parra (1993), pp. 304-335.

FRÍAS SAN ROMÁN, J. (1994): «Una visión nueva de la industria: los flujos de materiales, energía y residuos», *Economía Industrial*, mayo-junio, Madrid, pp. 83-96.

GARCÍA ALONSO, J. M.^a e IRANZO MARTÍN, J. E. (1988): *La energía en la economía mundial y en España*, Editorial AC, Madrid.

GARCÍA NEGRO, M.^a do C. (dir.) (2002): *Táboa input-output 2000 (realidade física) da enerxía de Galiza*, Informe inédito, Instituto Enerxético de Galicia-Universidade de Santiago de Compostela

GEORGESCU-ROEGER, N. (1971): *La Ley de la Entropía y el proceso económico*, Fundación Argenteria-Visor, Madrid, 1996.

HÜTTLER, W., SCHANDL, H. y WEISZ, H. (1998): «Are industrial economies on the path of dematerialization? Material flows Accounts for Austria 1960-1988: Indicators and international comparison», en Kleijn, R., Brigenzu, S., Fischer-Kowalski, M. y Palm, V. (eds.): *Ecologizing Societal Metabolism. Designing Scenarios for Sustainable Materials Management*, ComAccount Workshop, pp. 23-30, Amsterdam.

IDEGA (1986-2003): *A Economía Galega. Informe...*, Fundación Caixa Galicia, A Coruña.

INE (1975): *Clasificación Nacional de Actividades Económicas*, Madrid.

INE (1979): *Clasificación Nacional de Bienes y Servicios. 1. Productos agrarios e industriales*, Madrid.

INE (1987): *Clasificación Nacional de Bienes y Servicios. 1. Productos agrarios e industriales. Índice alfabético*, Madrid.

INE (1994): *Clasificación Nacional de Actividades Económicas*, Madrid.

INE (1995): *Encuesta Industrial 89-92*, Madrid.

INE (2002a): *Encuesta Industrial de Empresas 1993*, Madrid.

INE (2002b): *Encuesta Industrial de Productos 1993*, Madrid.

JUUTINEN, A. y VIITANEN, M. (2003): *Industrial ecology of the metal sector: metal material flows in Finland*, Thule Institute, University of Oulu [referencia de 20 de junio de 2003]. Disponible en internet: <<http://www.cc.jyu.fi/helsie/pdf/juutinen.pdf>>.

MENÉNDEZ PÉREZ, E. (1997): *Las energías renovables. Un enfoque político-ecológico*, Los libros de la catarata, Madrid.

NAREDO PÉREZ, J. M. y FRÍAS SAN ROMÁN, J. (1988): *Flujos de energía, agua, materiales e información en la Comunidad de Madrid*, Consejería de Economía-Comunidad de Madrid.

BIBLIOGRAFÍA

BARTELMUS, P. (2002): «Dematerialization and capital maintenance: Two sides of the sustainability coin», *Wuppertal Papers*, nº 120, enero, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.

BEIRAS, X. M. (1972): *O atraso económico da Galiza*, Edicións Laiovento, Santiago de Compostela, 1995.

ENERGÍA, MATERIALES Y AGUA EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA GALLEGA

- NAREDO, J. M. y PARRA, F. (comps.) (1993): *Hacia una ciencia de los recursos naturales*, Siglo XXI, Madrid.
- NAREDO, J. M. y VALERO, A. (dirs.) (1999): *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, Fundación Argentaria-Visor, Madrid.
- PUIG, J. y COROMINAS, J. (1990): *La ruta de la energía*, Editorial Anthropos-Eukal Herriko Unibertsitatea, Barcelona-Leioa (Viscaia).
- SEOÁNEZ CALVO, M. (1995): *Ecología Industrial: Ingeniería medioambiental aplicada a la industria y a la empresa. Manual para responsables medioambientales*, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 1998.
- SEOÁNEZ CALVO, M. (dir.) (1996): *Ingeniería del Medio Ambiente aplicada al medio natural continental*, Ediciones Mundi-Prensa - Análisis y trabajos prospectivos, S.L., Madrid.
- SEQUEIROS TIZÓN, J. G. (1986): *El desarrollo económico en Galicia*, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- VALERO, A. (1993): «La termoeconomía: ¿Una ciencia de los recursos naturales?», en Naredo y Parra (1993), pp. 57-78.
- XUNTA DE GALICIA (1995): *Plan Enerxético de Galicia. Documento de síntese*, Santiago de Compostela.

ANEXO 1 CLASIFICACIÓN UTILIZADA POR LA ENCUESTA INDUSTRIAL

Sectores	Denominación
8	Agua
10	Siderurgia y primera transformación del hierro y del acero
11	Producción y primera transformación de metales no férreos
13	Materiales de construcción de tierra cocida
14	Cementos, cales y yesos
15	Hormigón y derivados del cemento
16	Piedra natural, abrasivos y otros productos minerales no metálicos
17	Vidrio y sus manufacturas
18	Productos cerámicos
19	Petroquímica y química orgánica
20	Química inorgánica
21	Materias plásticas y caucho
22	Fibras artificiales y sintéticas
23	Abonos y plaguicidas
26	Otros productos químicos industriales
27	Productos farmacéuticos
28	Jabones, detergentes y perfumería
30	Otros productos químicos de consumo final
45	Material de transporte diverso
47	Aceites y grasas
50	Conservas vegetales
51	Conservas de pescado
55	Cacao, chocolate y productos de confitería
57	Productos alimenticios diversos
58	Alcoholes
59	Licores
62	Cerveza
63	Bebidas analcohólicas
64	Tabaco
65	Preparación, hilado y tejido
66	Géneros de punto
68	Alfombras y otros
78	Junco, caña, cestería, brochas y cepillos
80	Pasta papelera, papel y cartón
81	Transformación de papel y cartón
83	Transformación del caucho
86	Instrumentos de música

ANEXO 2 LISTA DE LOS BIENES UTILIZADOS U OBTENIDOS POR LAS ACTIVIDADES ANALIZADAS

Código CNBS	Denominación
51	Productos silvícolas y servicios forestales
52	Productos procedentes de la explotación forestal
110	Combustibles sólidos y coque
111	Hulla
112	Antracita
114	Coque
130	Productos refinados de petróleo
210	Minerales metálicos
212	Minerales metálicos no férreos
221	Productos siderúrgicos
222	Tubos de acero
223	Productos del trefilado, perfilado en frío y laminado en frío del acero
224	Productos de la primera transformación de metales no férreos
231	Materiales de construcción
233	Sal común
239	Minerales no metálicos ni energéticos
242	Cementos, cales y yeso
247	Productos cerámicos
251	Productos químicos básicos (excepto farmacéuticos de base)
252	Productos químicos destinados principalmente a la agricultura
253	Productos químicos destinados principalmente a la industria
254	Productos farmacéuticos
259	Otros productos químicos
311	Productos de la fundición
312	Productos procedentes de la forja, estampado, embutición, troquelado, corte y repulsado
316	Herramientas y artículos acabados en metales (excepto material eléctrico)
346	Lámparas y material de alumbrado
418	Pastas alimenticias y productos amiláceos
471	Pasta papelera
472	Papel y cartón
473	Productos de papel y cartón
600	Productos del comercio, restaurantes y hostelería, y reparaciones
629	Productos del comercio al por mayor de otros productos de recuperación