

# Revista de la CEPAL

*Director*  
RAUL PREBISCH

*Secretario Técnico*  
ADOLFO GURRIERI

*Secretario Adjunto*  
GREGORIO WEINBERG



NACIONES UNIDAS  
COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA

SANTIAGO DE CHILE/DICIEMBRE DE 1982

Revista de la  
**C E P A L**

---

Número 18

Santiago de Chile

Diciembre 1982

---

**S U M A R I O**

Un recodo histórico en la periferia latinoamericana. <i>Raúl Prebisch</i>	7
¿Adaptación, repliegue o transformación? Antecedentes y opciones en la coyuntura actual. <i>Pedro Sáinz</i>	25
Absorción creciente con subempleo persistente. <i>Norberto E. García</i>	47
Los límites de lo posible en la planificación regional. <i>Carlos A. de Mattos</i>	69
La pobreza. Descripción y análisis de políticas para superarla. <i>Sergio Molina S.</i>	93
La participación de la juventud en el desarrollo de América Latina. Problemas y políticas relativas a su inserción en la fuerza de trabajo y a sus posibilidades de educación y empleo. <i>Henry Kirsch</i>	119
La demanda de energía en la industria manufacturera chilena. <i>Larry Willmore</i>	139
Historia y economía política de las políticas relativas a los pequeños agricultores. <i>David Dunham</i>	147
Algunas publicaciones de la CEPAL	183

## La demanda de energía en la industria manufacturera chilena

Larry Willmore\*

La experiencia chilena posterior al alza de los precios mundiales de la energía que se registró en 1973, se caracteriza por grandes diferencias entre las industrias en relación con cambios en el coeficiente de energía. Al parecer, algunas industrias, tales como las de la madera y muebles, se adaptaron rápidamente a las variaciones de los precios relativos disminuyendo su consumo de energía por unidad de producto, mientras que otras, tales como las de productos químicos y de maquinaria no eléctrica, utilizaron más energía en 1977 que en 1967. El presente artículo utiliza el análisis de regresión para explicar esta variación entre las industrias en función de cuatro variables: la variación de la producción industrial, el reemplazo de otros combustibles por la electricidad, la variación en el empleo de mano de obra y la supervivencia de las plantas; a partir de ese análisis concluye que la baja del coeficiente de energía va unida a un aumento de la producción, a una sustitución de los combustibles fósiles por la electricidad, a la reducción del empleo de mano de obra y a la disminución en el número de plantas de una industria. La primera sección ofrece una breve reseña de la información disponible sobre el consumo de energía y la producción manufacturera en Chile; las variables específicas utilizadas y las ecuaciones estimadas se describen en las dos secciones siguientes, en tanto que las principales conclusiones empíricas se resumen en la sección final.

\*Funcionario de la División Conjunta CEPAL/ONUDI de Desarrollo Industrial.

El autor agradece a Andrés Bianchi, Joseph Mullen y Terence Lee, quienes formularon útiles observaciones a una versión anterior del presente trabajo.

## I

### Información estadística

En la actualidad, el sector manufacturero representa más de un cuarto del consumo total de energía en Chile.<sup>1</sup> Entre 1967 y 1977 el consumo anual de energía de este sector aumentó en un 31%, registrándose el mayor incremento en la electricidad (véase el cuadro 1). De hecho, el precio promedio de la electricidad para uso industrial bajó más de 20% en cifras reales, en tanto que el precio de los productos derivados del petróleo se elevó más de 50% (véase el cuadro 2). Así, pues, la variación de los precios relativos estimuló fuertemente a los fabricantes chilenos a aumentar el consumo de la electricidad, producida localmente, y a economizar petróleo importado.

En el período 1967-1977 la producción manufacturera aumentó a un ritmo mucho más pausado que el consumo de energía. De acuerdo con estadísticas oficiales, la producción manufacturera bajó en un 25% durante la recesión de 1975 y en 1977 volvió a recuperar su nivel de 1967. De acuerdo con el índice de producción compilado por la Sociedad de Fomento Fabril (SOFOFA), la merma de 1975 habría sido similar a la antes indicada, pero el nivel de producción alcanzado en 1977 habría superado en un 15% el de 1967. Por lo tanto, cualquiera sea el índice de producción utilizado, la industria manufacturera chilena ha registrado un claro incremento del consumo de energía por unidad de producto.

En el presente trabajo se utiliza el índice de producción de la SOFOFA porque tanto éste como las estadísticas de consumo de energía se basan en la versión revisada de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIU/Rev. 2). Dichas estadísticas revelan que entre 1967 y 1977 la razón consumo-energía-producción manufacturera bruta aumentó en un 13%. Esta estimación del incremento de la razón energía-producto tiene un sesgo descendente debido a dos razones. Primero, se basa en el más alto de los dos índices de la producción

<sup>1</sup>El total de energía comprende los combustibles comerciales y la leña. Para información sobre el consumo global de energía, véase Comisión Nacional de Energía, *Balance de energía 1960-1978*, Santiago de Chile, 1980.

real disponibles; segundo, las estadísticas de 1967 incluyen el consumo de energía de las empresas pequeñas que emplean menos de diez personas, en cambio las correspondientes a 1977 no lo hacen. Este sesgo descendente, junto con el alza del precio real de los productos del petróleo, es compatible con el hecho de que los gastos en energía como porcentaje de la producción manufacturera bruta (ambos medidos en precios corrientes) casi se duplicaron de 2.2% en 1967 a 4.2% en 1977.

En lo que respecta a las industrias individualmente consideradas, las variaciones del coeficiente de energía entre 1967 y 1977 fueron diversas. Diecisiete de las industrias de tres dígitos del cuadro 3 muestran un incremento de la razón energía-producción, mientras que once industrias registran una merma. En este plano de desagregación, sólo una proporción muy pequeña del aumento de 14% de la razón global energía-producción puede explicarse por variaciones en la composición del producto industrial, esto es, por un incremento de la producción de las industrias que se caracterizan por un elevado coeficiente de energía en relación con las demás. Si las razones energía-producción se mantienen constantes en sus niveles de 1967, las variaciones de la composición del producto industrial representan únicamen-

te alrededor de un y medio puntos del aumento en el coeficiente de energía observado en las industrias manufactureras chilenas.

Cuadro 1

CHILE: CONSUMO DE ENERGIA DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA CLASIFICADO POR TIPO DE COMBUSTIBLE, 1967 Y 1977

	Miles de toneladas de carbón equivalentes		Variación porcentual
	1967	1977	
Electricidad	904	1 549	71.3
Carbón	484	386	-20.2
Productos de petróleo	1 268	1 552	22.4
Gas natural	24	21	-11.8
Leña y otros	178	227	27.5
<i>Total</i>	<i>2 858</i>	<i>3 735</i>	<i>30.7</i>

*Fuente:* Calculado a partir de los datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), *IV Censo Nacional de Manufacturas (1967)* y de las estadísticas del INE (corregidas), *Industrias Manufactureras (1977)*.

*Nota:* Las estadísticas correspondientes a 1967 se refieren a establecimientos que emplean cinco o más personas, mientras que las de 1977 se refieren a establecimientos que emplean a diez o más personas, por lo cual se subestiman las variaciones del consumo de energía.

Cuadro 2

CHILE: PRECIO PROMEDIO PAGADO POR EL COMBUSTIBLE POR LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS EN 1967 Y 1977

(Escudos por mil toneladas de carbón equivalente)

	Escudos corrientes por miles de TCE		1965 escudos por mil TCE <sup>a</sup>		Variación porcentual
	1967	1977	1967	1977	
Electricidad	222	1 545 000	141	111	-21.4
Carbón	136	1 307 000	86	93	8.9
Fuel oil	121	1 691 000	77	121	57.6
Diesel oil	166	2 237 000	105	160	52.1
Gasolina	262	3 471 000	166	248	49.6
Queroseno	146	2 218 000	92	159	72.1
Gas natural	449	3 501 000	284	250	-11.8
Leña	146	1 478 000	92	106	14.6

*Fuente:* Calculado a partir de los datos que figuran en INE, *IV Censo Nacional de Manufacturas (1967)* y datos de INE (corregidos), *Industrias Manufactureras (1977)*.

<sup>a</sup>Precios nominales deflactados con el deflactor implícito correspondiente al valor bruto de la producción manufacturera, que es de 158 para 1967 y de 13 982 para 1977 (1965 = 100).

## II

## Variables utilizadas para el análisis de regresión

*Variación en la razón energía-producto (E)*

La variable dependiente es la razón energía-producción en 1977 dividida por la razón correspondiente a la misma industria en 1967. Esto se indica por E y se anota en la última columna del cuadro 3. Con excepción de la electricidad, para calcular estas razones se agregaron los distintos combustibles de acuerdo con su contenido térmico. El valor de la electricidad es muy superior al de su energía térmica, razón por la cual se utilizó como factor de conversión la cantidad de combustible fósil necesaria para producir electricidad en las plantas térmicas de eficiencia promedio (600 kg de carbón equivalente por 1 000 kWh) en lugar de la energía térmica producida por la electricidad (123 kg de carbón equivalente por 1 000 kWh).<sup>2</sup>

*Variación de la producción (Q)*

El incremento de la producción en cada industria se mide por la razón de la producción bruta en 1977 con la producción bruta en 1967, ambas medidas en precios de 1967. En 1977 sólo once de las veintiocho industrias de tres dígitos registraron una producción superior a la de 1967. Como es más probable que las industrias en expansión se ajusten más rápidamente al mayor precio de la energía invirtiendo en plantas y equipos eficientes en materia de energía que las industrias estancadas o en declinación, cabe prever que el coeficiente de esta variable será negativo.

Hay además otra razón importante por la cual puede esperarse un coeficiente negativo. El deflactor implícito de los productos manufacturados producidos en el país en 1977 fue nueve mil veces superior al de 1967. Una inflación de los precios de esta magnitud generalmente introduce grandes errores en las es-

timaciones del producto real. Estos errores de medición figuran en el denominador de la variable dependiente y dan lugar a una correlación negativa pero espuria entre el crecimiento de la producción y las variaciones de la razón energía-producto. En otras palabras, la sobreestimación del crecimiento del producto real de una industria lleva a subestimar el aumento de su razón energía-producto, y a la inversa.

*Sustitución de los demás combustibles por la electricidad (S)*

Esta variable se mide como la razón de la proporción de electricidad en el consumo total de energía en 1977 con la proporción correspondiente a 1967. Dieciocho de las veintiocho industrias de tres dígitos aumentaron su consumo de electricidad con relación al de los demás combustibles. En lo que toca al sector en su conjunto, la electricidad como porcentaje del consumo total de energía aumentó de 32% en 1967 a 41% en 1977.

Partiendo del supuesto de que, por su naturaleza, la electricidad se utilizará materialmente en forma más eficiente que los demás combustibles, el incremento del consumo de electricidad en relación con el de los demás combustibles debería ir unido a una disminución de la razón energía-producción. Hay cuatro formas de sustituir los demás combustibles por electricidad. Primero, en industrias heterogéneas hay amplio margen para cambiar la combinación de productos, es decir, para aumentar la proporción de productos de elevado coeficiente de electricidad con relación a aquellos que consumen una cantidad bastante elevada de otras formas de energía. Segundo, puede darse un reemplazo directo, tal como cambiar de un motor diesel por otro eléctrico. Tercero, se puede renunciar a la generación propia de energía y optar por adquirir energía eléctrica que producirá beneficios en materia de eficiencia en el uso de la energía al reemplazarse los generadores térmicos pequeños que

<sup>2</sup>Véase Naciones Unidas, *World Energy Supplies 1973-1978*, Nueva York, 1979, p. xvi.

Cuadro 3

## CHILE: RAZONES ENERGÍA-PRODUCTO CORRESPONDIENTES A 28 INDUSTRIAS MANUFACTURERAS, 1967 Y 1977

CIU	Principales productos	Razones energía-producto <sup>a</sup>		
		1967	1977	1977/1967
311-312	Productos alimenticios	110.6	114.1	1.032
313	Bebidas	76.0	59.6	0.784
314	Tabaco	8.0	7.7	0.953
321	Textiles	124.1	127.0	1.023
322	Vestuario	22.4	37.7	1.683
323	Cuero	111.6	97.7	0.875
324	Calzado	19.5	41.4	2.129
331	Madera	153.2	63.9	0.417
332	Muebles	33.1	18.7	0.564
341	Celulosa y papel	425.2	782.5	1.840
342	Imprenta y editoriales	37.5	68.3	1.821
351	Sustancias químicas industriales	299.5	960.2	3.206
352	Otros productos químicos	61.2	38.0	0.620
353	Refinerías de petróleo	82.8	36.1	0.436
354	Derivados del petróleo y del carbón	71.3	121.7	1.708
355	Productos de caucho	101.4	115.5	1.139
356	Productos plásticos	75.8	89.0	1.174
361	Loza y cerámica	384.0	560.1	1.459
362	Vidrio	558.5	435.5	0.780
369	Cemento	577.0	1 016.0	1.761
371	Básicos de hierro y acero	497.2	590.9	1.188
372	Cobre	153.3	144.0	0.940
381	Productos metálicos	69.4	79.6	1.146
382	Maquinaria exceptuando la eléctrica	79.1	234.0	2.957
383	Maquinaria eléctrica	38.9	69.6	1.791
384	Material de transporte	46.9	66.9	1.425
385	Equipo profesional y científico	74.7	71.9	0.962
390	Otras manufacturas	37.4	21.9	0.585
	<i>Total manufacturas</i>	<i>134.8</i>	<i>153.5</i>	<i>1.139</i>

Fuente: Calculado a partir de Sociedad de Fomento Fabril, índice de la producción industrial; INE, *IV Censo Nacional de Manufacturas* (1967) y, con correcciones, INE, *Industrias Manufactureras* (1977).

<sup>a</sup>Consumo directo de energía en toneladas de carbón equivalente por millón de escudos de producción bruta a precios de 1967.

son ineficientes, por la energía proporcionada por grandes plantas térmicas e hidroeléctricas. Cuarto, y lo que es más importante, el consumo de electricidad va ligado con la mecanización. Si bien existe una conocida correlación *positiva* entre la mecanización y la cantidad de energía que se consume,<sup>3</sup> es muy probable que en

un período de alza de los precios de la energía el aumento de la mecanización se traduzca en mayor eficiencia en el uso de la energía, y podría surgir una correlación *negativa* entre las *variaciones* en el grado de mecanización y las *variaciones* de la razón energía-producción.

<sup>3</sup>Véase, por ejemplo, J.S. Wabe, "Energy Expenditure in Sectors of Manufacturing", en *Energy Economics*, 3:3, julio de 1981, pp. 178-181, para pruebas de que las industrias de alta densidad de capital tienden a consumir una elevada cantidad de energía. En el caso de veintiocho industrias chilenas en 1967, la correlación por rangos (el valor

tau de Kendall) entre la razón energía-producción y el coeficiente de capital es .593 cuando éste se mide en función de los caballos de fuerza instalados por empleado y .598 cuando se mide como consumo de electricidad por empleado. Ambos coeficientes son altamente significativos.

*Variaciones en el empleo (L)*

La variable del empleo utilizada es el promedio de empleados registrado en 1977 dividido por dicho promedio en 1967 en ambos casos con exclusión de las empresas de menos de diez empleados. Sólo cinco industrias registraron un incremento del empleo entre 1967 y 1977; en lo que respecta al sector manufacturero en su conjunto, el empleo en empresas que tenían diez o más empleados declinó de 327 a 247 mil personas.

En vista de la drástica reducción del poder sindical así como de los aranceles a las importaciones que se produjo en Chile después de 1974, lo más probable es que una baja en el empleo refleje por lo menos en parte aumentos de eficiencia y la eliminación de mano de obra redundante. En realidad, la información sugiere que las variaciones del nivel de empleo no son un buen indicador de los cambios en el nivel de producción: la correlación simple entre las variaciones en el empleo (L) y las variaciones de la producción (Q) es sólo .27, lo que no es significativamente diferente de cero en el nivel de 5% en una prueba unilateral, y la correlación por rangos (el valor tau de Kendall) es .15, lo que es aún menos significativo. Por lo tanto, lo más probable es que en este período de la historia chilena, las variaciones en el empleo sean un buen indicador de las variaciones de la eficiencia. Mayor eficiencia entraña me-

nor consumo de energía en un período de alza de los precios de la energía, por lo cual se prevé que esta variable tendrá un coeficiente positivo.

*Supervivencia de los establecimientos (N)*

La supervivencia de los establecimientos se mide como la razón del número de establecimientos que tenían diez o más operarios en 1977 y los que tenían diez o más en 1967. El número de establecimientos mermó marcadamente en todo el sector, reduciéndose éste de 6 350 establecimientos a 2 150. Es posible que estas cifras exageren la tasa de mortalidad de las plantas manufactureras, ya que el censo de 1967 fue total, mientras que el de 1977 posiblemente haya subestimado el número de establecimientos más pequeños. El censo de 1967 registró 5 118 establecimientos que empleaban de cinco a nueve personas, pero no hay información sobre el número de empresas de esta categoría de tamaño en 1977. El signo esperado del coeficiente de la variable de supervivencia de los establecimientos es positivo en el supuesto de que la reducción del número de plantas de una industria probablemente refleja una racionalización de la industria y aumentos en materia de eficiencia, incluidos beneficios provenientes del mejor uso de los insumos de energía.

## III

## Resultados empíricos

El cuadro 4 presenta los coeficientes de la correlación simple entre las variaciones de la razón energía-producto y cada variable explicativa. Todos los coeficientes tienen el signo esperado y todos son estadísticamente significativos a los niveles de confianza habitualmente utilizados.

Una regresión de mínimos cuadrados con todas las variables medidas en logaritmos naturales tuvo el siguiente resultado (las estadísticas t figuran entre paréntesis):

$$\ln E = .529 \ln Q - .854 \ln S + .693 \ln L + .158 \ln N \quad R^2 = .81$$

(-4.97)    (-3.94)    (3.41)  
(.87)

Con la excepción de  $\ln N$  todos los coeficientes de esta ecuación son significativos en el nivel .01. La falta de significación de  $\ln N$  es producto de la colinealidad entre dicha variable y  $\ln L$  ( $r = .62$ ).

La correlación significativa entre la varia-

ble del empleo (L) y la variable de supervivencia de los establecimientos (N) no resulta sorprendente, puesto que a menudo, la eliminación de la mano de obra redundante en una industria se hace efectiva mediante la eliminación o la fusión de las empresas ineficientes. Cuando se descarta  $\ln L$  de la regresión, el coeficiente correspondiente a  $\ln N$  se eleva y se torna altamente significativo:

$$\ln E = .761 - .653 \ln Q - .494 \ln S + .563 \ln N$$

(-3.37)    (-3.46)    (3.42)

$$R^2 = .71$$

Del mismo modo, cuando se elimina  $\ln N$  de la ecuación, aumentan el tamaño y significación del coeficiente correspondiente a  $\ln L$ :

$$\ln E = .396 - .889 \ln Q - .465 \ln S + .808 \ln L$$

(-5.35)    (-3.93)    (5.29)

$$R^2 = .80$$

En todos los cálculos realizados hasta ahora, el factor de conversión para la electricidad se ha basado en la cantidad de carbón necesaria para producir electricidad en plantas térmicas

de eficiencia media. Si se adopta el procedimiento alternativo de convertir la electricidad sobre la base de su contenido térmico inherente, todas las razones de la energía con la producción son inferiores y el coeficiente de  $\ln S$  aumentará, ya que, por razones estrictamente aritméticas, el reemplazo de los demás combustibles por electricidad tendrá un efecto negativo más marcado en las razones energía-producción medidas. La ecuación de regresión se convierte en:

$$\ln E^* = .548 - .757 \ln Q - .714 \ln S^* + .698 \ln L$$

(-4.19)    (-9.04)    (3.15)

$$+ .153 \ln N \quad R^2 = .88$$

(.77)

donde el asterisco (\*) se refiere al sistema de asignar ponderaciones más bajas a la electricidad en relación con los demás combustibles. El valor absoluto del coeficiente de  $\ln S^*$  es superior en 50% al de  $\ln S$ , pero el tamaño y significación de los demás coeficientes de regresión no se ven mayormente afectados por esta sustancial variación del factor de conversión para la electricidad.

Cuadro 4

COEFICIENTES DE CORRELACION SIMPLE: VARIACIONES DE LA RAZON  
ENERGIA-PRODUCTO Y CARACTERISTICAS DIVERSAS DE LA INDUSTRIA, 1967-1977

Características de la industria	Correlación con las variaciones de la razón energía-producto	
	Coefficiente	t-Estadística
Variación de la producción (Q)	-.644 <sup>a</sup>	-4.29
Sustitución de otros combustibles por la electricidad (S)	-.648 <sup>a</sup>	-4.33
Variación en el empleo (L)	.319 <sup>b</sup>	1.72
Supervivencia de los establecimientos (N)	.397 <sup>b</sup>	2.21

*Nota:* Todas las variables se expresan en logaritmos; las unidades de medida se describen en el texto.

<sup>a</sup>Estadísticamente significativo a nivel de .01.

<sup>b</sup>Estadísticamente significativo a nivel de .05.

## IV

## Conclusión

Las estimaciones de las variaciones reales de la producción en Chile están sujetas a amplios márgenes de error como consecuencia de la elevada inflación de precios, pero, al parecer, el incremento de la razón energía-producción para la industria manufacturera chilena entre 1967 y 1977 podría estimarse moderadamente en 14%. Este incremento de la razón energía-producción para el sector en su conjunto se debe casi íntegramente a variaciones en la cantidad de energía consumida dentro de cada una de las veintiocho industrias de tres dígitos y no a variaciones de la combinación de industrias. La regresión por mínimos cuadrados de las variaciones experimentadas por las razones energía-producción sobre cuatro variables independientes revela claramente que la baja de la energía consumida por unidad de producción va unida a un incremento del producto, a un traslado de otros combustibles a la electricidad, a una merma en la cantidad de mano de obra empleada y a una reducción del número de establecimientos que componen una industria. La importancia de las dos últimas variables se debe indudablemente a la racionalización de la industria que se produjo en Chile después de

1974 como consecuencia de una drástica reducción simultánea de los aranceles y del poder sindical.

## Anexo

COEFICIENTES UTILIZADOS PARA CONVERTIR  
LOS COMBUSTIBLES EN TONELADAS  
DE CARBON EQUIVALENTE

Combustible	Coefficiente
Electricidad (1 000 kWh)	0.6
Carbón mineral y coke	1.0
Fuel oil (toneladas)	1.5
Fuel oil (metros cúbicos)	1.4175
Petróleo diesel (toneladas)	1.557
Petróleo diesel (metros cúbicos)	1.308
Gasolina (metros cúbicos)	1.168
Queroseno (metros cúbicos)	1.28
Gas licuado de petróleo (toneladas)	1.729
Gas licuado de petróleo (metros cúbicos)	0.951
Gas natural (miles de metros cúbicos)	0.571
Leña (toneladas)	0.5

*Fuente:* Calculado a partir de la información que aparece en Comisión Nacional de Energía, *Balance de Energía 1960-1978*, Santiago de Chile, 1980, Anexo A.