

# LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE LA INDUSTRIA NACIONAL

Freddy Valverde Koch

## 1. INTRODUCCIÓN

La industria manufacturera es uno de los sectores más importantes de la economía, al extremo que se ha hecho común medir el nivel de desarrollo de un país por su grado de industrialización. A pesar de ello, la industria nacional no ha merecido la atención que debiera, lo cual se constata por la ausencia de una política industrial de largo plazo definida a partir de estudios pormenorizados de los distintos problemas a los que se enfrenta.

Se ha enfocado el estudio de la industria manufacturera desde diferentes ángulos, ya sea privilegiando su potencial exportable, su capacidad de generación de empleo, sus encadenamientos con los restantes sectores e, inclusive, su estructuración según diferentes estratos, pero casi siempre "desde afuera", es decir dejando de lado sus relaciones internas y la racionalidad microeconómica que impera en las unidades productivas industriales.

En esta investigación, se presenta una función de producción de la industria manufacturera nacional, en base a los insumos energéticos que utiliza. La tradición teórica de la estimación de las funciones de producción al estilo Cobb-Douglas, se centra en los insumos capital y mano de obra por considerarlos más importantes, e incluso, imprescindibles, pero ello no implica que no se puedan estimar funciones de producción en base a otros insumos. Por otra parte, el objetivo del presente estudio es establecer las relaciones que existen entre el consumo de insumos energéticos y la producción, no sólo por la importancia de ese intercambio, sino porque subyacente se encuentra el concepto fundamental de la tecnología utilizada por las industrias. Es decir, que las empresas industriales manufactureras consumirán más de uno de los insumos en función de la tecnología que estén utilizando, de tal forma que las relaciones de sustitución entre los insumos es, en última instancia, la sustitución de una tecnología por otra.

De todos modos, los hallazgos que se detecten a partir de esta investigación, serán punto de partida para posteriores investigaciones, además de explicitar algunas hipótesis que permitirán formular acciones de política económica de incentivo a las unidades productivas del sector industrial.

La fuente de información es la encuesta que el INE realiza anualmente al sector industrial manufacturero mediante el Formulario Económico Único (FEU)<sup>1</sup>.

## 2. LA INDUSTRIA MANUFACTURERA NACIONAL

En la década de los setenta, la participación de la industria en el producto era significativamente mayor que la observada en los ochenta. Una de las razones para que ello sucediera, era la política proteccionista adoptada por el gobierno. Entre 1980 y 1985, el producto industrial tuvo una participación que fluctuó entre 14,62 % en el primer año y 12,08

---

<sup>1</sup> El relevamiento de la información del sector industrial, se realiza considerando tres estratos: el primero, denominado Inclusión Forzosa, comprende a todas las unidades productivas grandes (con 20 o más empleados) sin exclusión; el segundo, la Inclusión Muestral, compuesto por unidades medianas (entre 6 y 19 empleados), de las cuales se extrae una muestra y, finalmente, el Marco de Areas, en el que se agrupan las unidades pequeñas (menos de 5 empleados) y que son encuestadas considerando las áreas geográficas en las se concentran. Esta investigación se basa en el Estrato Forzoso.

% en el último. La tendencia se revirtió entre 1986 y 1990, pues su participación ascendió hasta 14.05 %, mientras que en la década de los noventa representó el 14.17 % en 1993. Sin embargo, este aumento fue logrado prácticamente con el mismo volumen de producción, lo que significa que los demás sectores de la economía crecieron a una tasa menor que la del PIB.

Si bien la crisis del sector se inició a principio de la década, con la aplicación del nuevo modelo económico de desarrollo, en agosto de 1985, las unidades productivas del sector industrial manufacturero tuvieron que adecuar su estructura productiva, privilegiando la competitividad y el aumento de la productividad. El resultado fue el cierre de muchas empresas que estaban desarrollando sus actividades con un reducido margen de beneficio, paralelamente a la aparición de nuevas industrias. Por ende, la participación de la industria manufacturera en el producto descendió inicialmente, pero fue recuperando su peso al paso del tiempo.

**CUADRO 1  
EVOLUCION DEL PRODUCTO.**

Concepto	1980-1985(a)	1986-1990(b)	1991-1993(b)
PIB Ind. Manufacturero	5.306	2.246.573	2.578.510
Tasa de crecimiento(%)	-5,58	5,47	4,25
Participación (%)	13,03	13,8	14,08
PIB	117.231	16.269.464	18.299.219
Tasa de crecimiento(%)	-1,91	4,01	3,44

(a) Base 1980. En bolivianos de 1980.

(b) Base 1990. En miles de bolivianos de 1990.

FUENTE: Elaboración propia en base a información del INE.

Al interior del sector industrial manufacturero, considerando el Índice de Volumen Físico de la Industria Manufacturera (INVOFIM Base 1988=100), es posible identificar las ramas que han tenido un crecimiento mayor que el conjunto de ramas que componen el sector.

Las ramas más dinámicas fueron la fabricación de productos metálicos estructurales, las industrias básicas de metales no ferrosos, la fabricación de productos de arcilla para la construcción, la fabricación de productos lácteos y el envasado y conservación de frutas y legumbres, entre las más importantes. En el otro extremo, entre las ramas con una tendencia opuesta, se destacan las fábricas de bebidas gaseosas no alcohólicas, las curtidurías, los aserraderos y talleres de acepilladura, la matanza de ganado, las imprentas y editoriales y, en menor medida, las fábricas de tejidos de punto, las fábricas de vidrio y otras con caídas no tan marcadas.

CUADRO 2  
INDICE DE VOLUMEN FISICO DE LA INDUSTRIA MANUFACTUERA (INVOFIM)

1988 = 100)

CIIU	80/85	86/90	91/93
INDICE GENERAL	116.1	101.7	127.2
3111 MATANZA DE GANADO	72.8	98.7	104.3
3112 PRODUCTOS LACTEOS	92.1	100.9	180.2
3113 ENV. FRUTAS LEGUMBRES	23.3	102.7	168.1
3115 ACEITES VEGETALES Y ANIMALES	88.7	107.6	148.3
3116 MOLINERIA	143.8	99.6	113.4
3117 PANADERIA	135.0	99.8	133.7
3118 REFINERIAS DE AZUCAR	130.6	115.8	154.5
3119 CHOCOLATE Y ART. CONFITERIA	90.9	131.9	134.4
3121 PRODUCTOS ALIMENT. DIVERSOS	116.0	106.4	131.3
3122 ALIMENTOS PARA ANIMALES	86.3	94.2	134.4
3131 BEBIDAS ESPIRITUOSAS	179.7	134.8	147.7
3132 INDUSTRIAS VINICOLAS	162.5	125.0	109.0
3133 BEBIDAS MALTEADAS Y MALTA	88.4	97.0	130.7
3134 BEBIDAS NO ALCOHOLICAS	50.8	84.4	93.1
3140 INDUSTRIAS DEL TABACO	82.1	100.1	120.9
3211 HILADO, TEJIDO DE TEXTILES	143.8	94.9	124.5
3213 TEJIDOS DE PUNTO	151.3	88.6	121.8
3220 PRENDAS DE VESTIR	184.8	110.2	129.7
3231 CURTIDURIAS, TALL.DE ACABADO		112.7	99.3
3240 CALZADOS	200.8	102.2	126.0
3311 ASERRADEROS Y TALL. ACEPILLADURA	163.5	102.0	101.7
3320 MUEBLES Y ACCESORIOS		103.5	128.3
3420 IMPRENTAS, EDITORIALES	145.6	101.3	103.8
3511 SUSTANCIAS QUIM. INDUST. BASICAS	110.5	101.7	120.8
3523 JABONES Y PREP. DE LIMPIEZA	137.2	112.0	146.7
3530 REFINERIAS DE PETROLEO	112.0	103.6	107.6
3560 PRODUCTOS DE PLASTICO	104.3	112.5	124.7
3620 VIDRIO Y PRODUCTOS DE VIDRIO	107.7	103.2	111.7
3691 PROD. DE ARCILLA PARA CONSTRUCC	108.9	85.7	170.7
3692 CEMENTO, CAL Y YESO	73.5	94.6	132.1
3699 PRODUCTOS MINERALES NO MET. N.E.P	66.8	93.4	171.7
3720 INDUST. BASICAS DE MET. NO FERROSO	317.8	130.2	250.4
3813 PROD METALICOS ESTRUCTURALES		126.1	267.1
3819 PRODUCTOS METALICOS,N.E.P.	124.8	87.8	102.6

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística

Un análisis de las actividades industriales, permite deducir que las ramas con mayor dinamismo están compuestas por empresas dedicadas a la producción de bienes sustitutos de importaciones y con escasa potencialidad de exportación, siendo que el propósito expuesto en las diferentes estrategias que se han elaborado a partir de 1985 era precisamente incentivar la producción de bienes transables con destino a la exportación, lo cual permitiría reducir el déficit comercial de la balanza de pagos. Sin embargo, esta es una visión parcial porque no considera otros elementos, tales como la capacidad instalada y la obsolescencia de la maquinaria, que permitirían conformar un cuadro de situación completo para emitir una conclusión definitiva. Es posible, por otra parte, que las ramas con mayor

dinamismo según el INVOFIM sean las ramas "emergentes" como consecuencia de las medidas adoptadas en la Nueva Política Económica (NPE).

En relación a la utilización de los insumos por parte de la industria, los principales, capital y mano de obra, se distinguen por su escasez y alto costo marginal del recurso (precio del insumo). Una de las principales limitantes de las empresas medianas y, con mayor razón, de la pequeña industria, es la no accesibilidad al crédito bancario, lo cual encarece enormemente el precio del capital; por otra parte, la calificación de la mano de obra no condice con las exigencias de la industria, por lo que es usual la capacitación en el puesto de trabajo<sup>2</sup>.

Los otros insumos utilizados en la industria, entre los cuales se destacan los energéticos, energía eléctrica y combustibles, no presentan mayores dificultades en el acceso sobretodo en el caso del primero, aunque tratándose del gas natural comprimido (GNC), dado que su introducción en el proceso productivo es relativamente reciente, la red industrial aún no abastece los requerimientos de todas las unidades que desearían utilizarlo.

El precio relativo de estos dos energéticos, induce a las empresas industriales manufactureras a la sustitución de energía eléctrica por el uso de combustibles, en la medida en que sea posible, con la expectativa de reducir los costos de producción y hacer que su producción alcance los niveles de productividad y competitividad necesarios para insertarse en los mercados internacionales, o, en última instancia, competir con los productos similares de origen extranjero.

La siguiente tabla resume la evolución de los precios y cantidades de los mencionados insumos consumidos por las industrias.

**CUADRO 3.  
PRECIOS NOMINALES Y RELATIVOS DE LOS ENERGETICOS.**

	1990	1991	1992	1993
Precios nominales				
Ene.electr. (ctv de Bs/Kwh)	0.1466	0.2058	0.2305	0.2827
Gas natural(Bs/MPC)	6.47	7.16	7.82	7.69
Precios relativos(1991=100)				
Energía eléctrica	0.8522	0.9921	0.9916	1.1206
Gas natural	1.0886	0.9921	0.9669	0.8761

NOTA: Los precios nominales de energía eléctrica son tarifas industriales promedio de COBEE, CRE y ELFEC.

FUENTE: Elaboración propia, en base a información de DINE y DGH.

<sup>2</sup> En una encuesta realizada por UDAPE al sector exportador en octubre de 1992, en las ciudades de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, el empresariado destacó esta limitante para alcanzar niveles de competitividad adecuados. Ver "Determinantes de las exportaciones en Bolivia". Análisis Económico No.6. Julio de 1993.

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, los precios relativos de la energía eléctrica, se han mantenido casi constantes entre 1991 y 1992, pero han sufrido un incremento significativo (13%) en 1993. En cambio, el precio relativo del GNC, ha seguido un comportamiento opuesto, al registrarse un descenso del 11.7% en 1993 respecto a 1991. Al margen de las necesidades de los cambios tecnológicos, esta es otra de las razones por las que la sustitución entre los factores energéticos, tiene un marcado sesgo hacia los combustibles, en especial el GNC<sup>3</sup>.

### ¡Error! Marcador no definido.3. FUNCIONES DE PRODUCCIÓN

#### ¡Error! Marcador no definido.3.1. Marco Teórico

La función de producción es la exposición de las relaciones funcionales entre los insumos y la producción, mostrando los niveles máximos que se pueden obtener de las distintas combinaciones de los insumos. Es una relación tecnológica y resume la tecnología más avanzada para obtener la producción<sup>4</sup>.

Se la puede representar en forma funcional,

$$Q = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

donde Q es la producción y  $x_i$  es la cantidad del insumo i que se utiliza en el proceso productivo.

El producto medio del insumo i se define como la cantidad de producto atribuible a una unidad del mismo, mientras que el producto marginal es la contribución al producto de la última unidad adicional del insumo i.

En el caso de tener sólo dos insumos,

$$PMe_{x_1} = \frac{f(x_1, x_2)}{x_1}$$

$$PMg_{x_1} = \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_1}$$

---

<sup>3</sup> En los países desarrollados, el uso de los combustibles como insumo para la industria, representa 79.4%; el restante 20.6% corresponde a electricidad. Estas cifras representan la estructura tecnológica vigente en esos países, la que después de un tiempo, se supone serán adoptadas en los países no desarrollados. Ver informe Banco Mundial. Working Papers 1031.

<sup>4</sup> MADDALA, G.S., MILLER, Ellen, 1991, "Microeconomía". Mc Graw-Hill.

En rigor, se debería estimar una función de producción para cada una de las empresas que componen una industria, porque aún teniendo la misma combinación de insumos, las empresas alcanzarán distintos niveles de producto, debido a su "tecnología particular", al estado de desgaste de su maquinaria, al grado de utilización de la capacidad instalada, etc. Sin embargo, si se plantea la investigación a partir de un corte transversal, es posible estimar la función de producción para un determinado conjunto de unidades productivas industriales homogéneas, como se supone que son las empresas que componen una industria<sup>5</sup>. Por lo tanto, en esta oportunidad, las unidades de análisis serán las distintas ramas de la industria manufacturera antes que las empresas.

La combinación de los insumos, por otra parte, no es constante y lo más probable es que varíe en el tiempo en función de las necesidades de producción de la empresa. En este punto, es necesario mencionar que la teoría económica plantea un modelo de comportamiento en el que la racionalidad del empresario es más una condición que un resultado. En efecto, la maximización de la ganancia implica que el precio del insumo debe ser igual al valor del producto marginal, es decir:

Costo marginal del recurso  $i$  = precio del insumo  $i$  = valor del producto marginal del insumo  $i$ .

En una economía en vías de desarrollo, con mercados financieros no competitivos y escasa capacidad de producción de bienes de capital, la combinación de los insumos está determinada, además de la decisión del productor, por la disponibilidad de los insumos requeridos. En este sentido, a manera de ejemplo, se puede mencionar que la escasez de "capital" y de mano de obra calificada, pueden constituirse en determinantes principales del grado de utilización de los insumos, por lo que no todas las empresas estarán produciendo al nivel de producción que asegure la maximización de la ganancia. Por otra parte, el precio de los insumos es una variable exógena para el productor, y podría estar por encima o por debajo del valor del producto marginal y, por lo tanto, alejado de sus requerimientos reales de insumos.

En ese contexto, el productor tiene que elegir entre diferentes posibles combinaciones de insumos a una tasa que refleje la velocidad de intercambio, o lo que es lo mismo, encontrar su tasa marginal de sustitución técnica (TMgST), que por definición es igual a la relación entre los productos marginales de los insumos e igual también a la relación entre los precios de los insumos, es decir

$$TMgST_{R,S} = \frac{PMg_R}{PMg_S} = \frac{p_r}{p_s} = \frac{S}{R}$$

donde  $p_r$  es el precio del insumo R y  $p_s$  es el precio del insumo S.

Otro concepto de importancia es la elasticidad de sustitución,  $E_s$ , que mide la sensibilidad de R/S ante un cambio de  $p_r/p_s$ . A medida que cambia la relación de precios cambia la pendiente de la línea de isocosto y se obtiene un nuevo punto de tangencia a la curva isocuanta, lo que implica un nuevo nivel de utilización de insumos. La  $E_s$  se define:

---

<sup>5</sup> El concepto de industria se refiere al conjunto de empresas que producen un producto homogéneo, aún si se encuentran en otro sector que no sea precisamente el industrial manufacturero. De ese modo, se tienen industrias incluso en el sector servicios.

$$E_s = \frac{\text{cambio porcentual en R/S}}{\text{cambio porcentual en } p_r/p_s}$$

Las funciones de producción tienen estrecha relación con los rendimientos a escala, que se refieren a la cuantía en la que cambia la producción ante un cambio en igual proporción en la cantidad utilizada de insumos. Lo ideal será naturalmente que las funciones de producción sean linealmente homogéneas de un grado igual o mayor que uno, lo contrario significará que los aumentos proporcionales en los insumos (y por lo tanto en los costos), determinarán un aumento menos que proporcional en el producto.

### ¡Error! Marcador no definido.3.2. ESTUDIO DE CASO

#### ¡Error! Marcador no definido.3.2.1. Elección del modelo

Como se mencionó anteriormente, la función de producción a estimarse, considera como insumos variables a la energía eléctrica y a los combustibles utilizados por la industria, como variables proxy de la tecnología utilizada. La base de información que se utilizará es la encuesta del Formulario Económico Único que realiza el Instituto Nacional de Estadística (INE), correspondiente al año 1991, último dato disponible. La unidad de observación, es la rama de actividad a cuatro dígitos de la CIIU.

El modelo en su forma funcional tiene la siguiente expresión:

$$Q = f(\text{CEE}, \text{CC})$$

donde Q es el nivel de producción, CEE es el consumo de energía eléctrica y CC es el consumo de combustible<sup>6</sup>.

Bajo el supuesto de que la relación funcional entre los insumos mencionados y el nivel de producción obedece a un modelo de Cobb-Douglas, la ecuación tendría la forma:

$$Q = A \text{ CEE}^a \text{ CC}^b$$

donde A, a y b son los parámetros que deberán ser estimados. A representa la variable tecnológica y depende de las unidades en las que están expresadas las variables Q, CEE y CC.

---

<sup>6</sup> El concepto de combustible comprende principalmente al gas natural, pero se incluyen además gasolina, diesel, gas oil y otros similares.

La expresión logarítmica de la anterior función, permite la estimación de los parámetros mediante el método de los mínimos cuadrados ordinarios (MCO), es decir:

$$\ln Q_i = \ln A + a \ln CEE_i + b \ln CC_i + e_i$$

Los resultados esperados apuntan a un valor positivo para el parámetro A, así como para a y b.

LS // Dependent variable is VA = Q

Date: 10.13-1994 / Time: 10:28

SMPL range: 1

Number of observations:51

VARIABLE	COEFFICIENT	STD. ERROR	T-STAT	2-TAIL SIG.
C	6.3842882	0.9168582	6.9632232	0.0000
LCEE	0.5151387	0.1418579	3.6313718	0.0007
LC	0.2235661	0.1210670	1.8466316	0.0710
R-squared	0.689516	Mean of dependent var		15.63544
Adjusted R-squared	0.676579	S.D. of dependent var		1.569311
S.E. of regression	0.892470	Sum of squared resid		38.23211
Log likelihood	-65.01804	F-statistic		53.29855
Durbin-Watson stat	2.291648	Prob(F-statistic)		0.000000

La regresión efectuada determina la siguiente ecuación:

$$\ln Q_i = 6.38429 + 0.51514 \ln CEE_i + 0.22357 \ln CC_i$$

(6.96)                      (3.63)                      (1.84)

R<sup>2</sup> ajustado = 67.66%

F = 53.3

estadístico t entre paréntesis.

La regresión muestra que los parámetros A y a tienen significancia estadística al 5%, pero no el parámetro b cuya significancia se logra al 10%, lo cual, sin embargo, no invalida el modelo.

En cuanto a la calidad de la regresión, se observa que el coeficiente de determinación y el test F muestran valores adecuados y, por lo tanto aceptables, aunque se podría suponer la existencia de heteroscedasticidad. Para el efecto se efectuaron los test correspondientes con los siguientes resultados:

Test ARCH (4)

F-estadístico 0.11907 Probabilidad 0.9750

Obs\*R-cuadrado 0.52701 Probabilidad 0.9708



Test de heteroscedasticidad - White.

F-estadístico 0.49003 Probabilidad 0.7430

Obs\*R-cuadrado 2.08435 Probabilidad 0.7202

Del análisis de estas pruebas, se desprende la no existencia de heteroscedasticidad, por lo cual se acepta la validez de la regresión.

Por otra parte, las funciones de producción de la forma Cobb-Douglas, permiten medir los rendimientos de escala a través de la suma de los coeficientes de las variables independientes, que en el modelo propuesto son las elasticidades-producto de los insumos. La aplicación de una prueba que permita verificar esta hipótesis dio como resultado:

Test de Wald. Restricción  $a+b=1$ .

F-estadístico 12.8669 Probabilidad 0.0008

Chi-cuadrado 12.8669 Probabilidad 0.0003

por lo que se verifica la existencia de rendimientos decrecientes a escala.

### ¡Error! Marcador no definido. **3.2.2. Análisis de resultados**

**1. Elasticidad Producto.** Dado que los datos fueron introducidos en el modelo en logaritmos, los parámetros estimados  $a$  y  $b$  son en realidad las elasticidades-producto de los insumos, es decir la medida de sensibilidad de cambio del producto ante aumentos (o disminuciones) de la cantidad utilizada de los insumos. Un aumento del consumo de energía eléctrica en un punto porcentual, determinará el aumento de la producción en 0.51%, mientras que en el caso del combustible el aumento será de 0.22%, ceteris paribus los demás insumos de la producción.

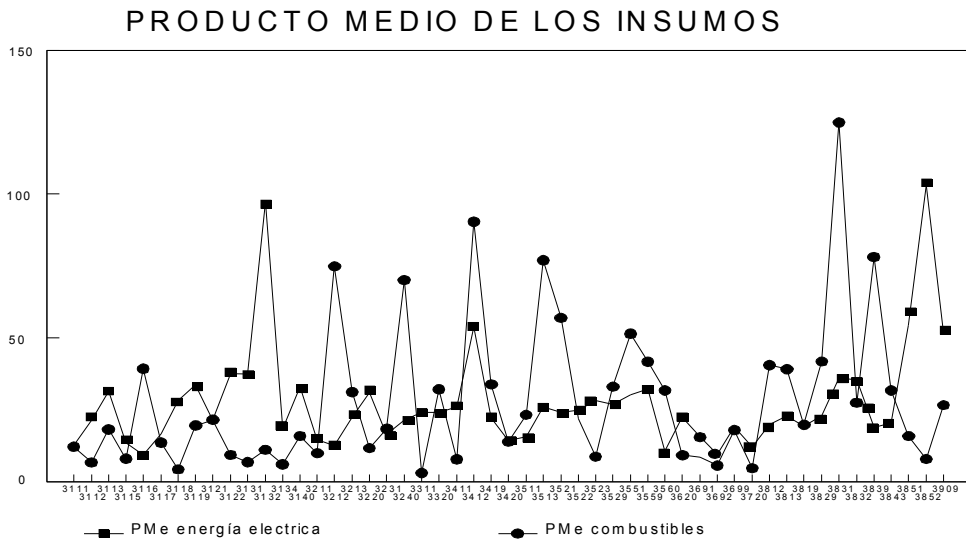
Los bajos valores de la elasticidad-producto de la energía eléctrica, aunque mayores que los de combustibles, son un reflejo de que la tecnología basada en este energético, no brinda los rendimientos que los productores seguramente esperan, pero muestran también el rezago tecnológico de la maquinaria industrial a la par de la capacidad ociosa. Para que ello suceda, es necesario considerar además los precios relativos del factor que, como se mostró anteriormente, están situados por encima del precio del insumo alternativo.

En el caso de la elasticidad-producto de los combustibles, su valor refleja que, en promedio, la introducción de maquinaria intensiva en combustible, no es generalizada en el sector industrial. A pesar de la actual tendencia mundial a sustituir la energía eléctrica por los insumos combustibles, el carácter no renovable de estos últimos, unido a razones ecológicas y medio ambientales, parecen indicar que, sobretodo en Bolivia, donde el potencial hídrico es inmenso, la tecnología basada en la energía eléctrica mantendrá su hegemonía, mas aún si se logra un abaratamiento de su precio.

**2. Productividad de los factores.** El producto medio de los factores es la medida de cuánto del producto se debe a cada unidad del factor. Por lo tanto, un producto medio alto es sinónimo de eficiencia en el uso del insumo. Lo mismo podría decirse del producto

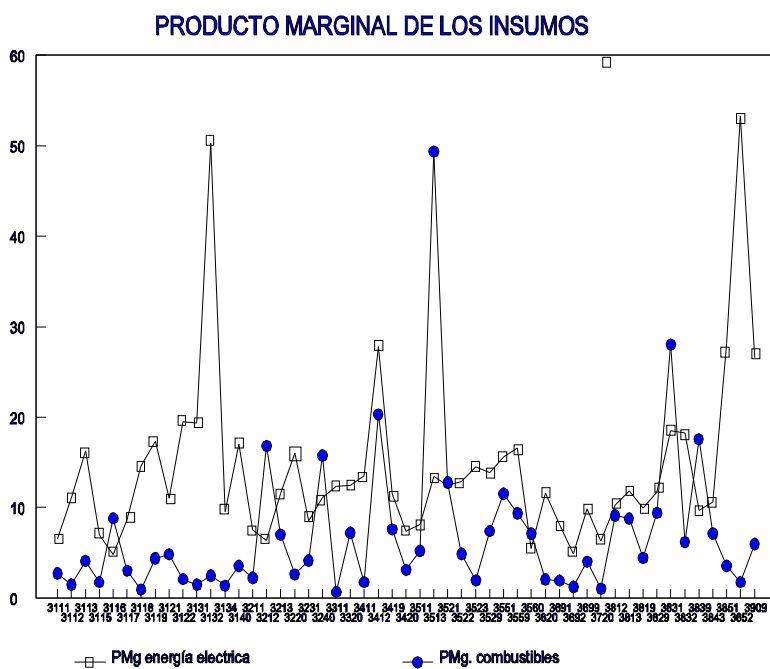
marginal que mide la contribución al producto de la última unidad del insumo, es decir, en cuánto aumenta el producto cuando el insumo se incrementa en una unidad.

El producto marginal de la energía eléctrica es generalmente mayor que el correspondiente al combustible, situación similar a la observada en el caso del producto medio. Pero lo destacable es el menor coeficiente de variación de los valores para los productos medio y marginal de la energía eléctrica, debido a que la introducción de tecnología en base a energéticos combustibles se realiza en función de la disponibilidad y la adaptación al cambio la que, por supuesto, es diferente en cada una de las ramas de actividad de la industria.



Las empresas buscarán el uso óptimo de los insumos al menor costo posible, es decir evitarán las situaciones en las que el producto marginal sea negativo y el producto medio decreciente. Sin embargo, en el corto plazo debido a factores ajenos a su voluntad, el productor podría mantenerse en actividad a pesar de afrontar esas limitantes, con la esperanza de que las condiciones cambien en el largo plazo. Es posible que el año de estudio, 1991, sea precisamente un período de transición y adaptación, es decir el "corto plazo" de muchas empresas.

**3. Sustitución de factores.** La utilización de los insumos, depende en gran medida del proceso productivo que se adopte en cada una de las empresas, el cuál a su vez depende, por una parte, del precio de los factores y, por otra, de los productos marginal y medio. Indudablemente, el precio relativo de los combustibles ha tenido una tendencia decreciente opuesta al de la energía, por lo que se supone que la tasa marginal de sustitución técnica entre estos dos insumos, será alta si se reemplaza el primero por el segundo. En las industrias en las que el producto marginal de la energía eléctrica es alto, la tasa marginal de sustitución técnica en favor de este insumo será también alta. Ese es el caso de las fábricas y refinerías de azúcar, destilación de bebidas espirituosas, industrias vinícolas, aserraderos y fabricación de aparatos fotográficos. (Ver Cuadro Anexo).



En cambio en las industrias en las que el producto marginal de los combustibles es alta, incluso mayor que el producto marginal de la energía eléctrica, la tasa marginal de sustitución técnica alcanzará un valor bajo, lo cual muestra la tendencia a la sustitución de la energía eléctrica por los combustibles. Las empresas dedicadas a la molinería, la fabricación de calzados, la fabricación de resinas sintéticas, de pinturas, de productos de plástico e incluso la fabricación de aparatos y suministros eléctricos observan esta tendencia. En el corto plazo, dado que el precio promedio de los combustibles utilizados en la industria es menor que el de la energía eléctrica, los productores sustituirán el primero por el segundo, en la medida en que el proceso tecnológico lo permita, pero en el largo plazo esta disyuntiva cederá paso a la opción tecnología basada en la fuente de energía mas barata, accesible y con menor pasivo ambiental.

**4. Rendimientos a escala.** Un productor, si actúa dentro del marco de racionalidad que la teoría exige, debe buscar una combinación de insumos tal que aumentos proporcionales en las cantidades utilizadas, repercutan en incrementos más que proporcionales en la producción. A esta situación se la conoce con el nombre de rendimientos crecientes a escala, en tanto que si la producción responde en menor medida, se enfrentan economías decrecientes a escala.

En una función Cobb-Douglas, la suma de los exponentes de los insumos dan la medida de los rendimientos. En el presente estudio se determinó que el coeficiente de la energía eléctrica es 0.5151 y el de los combustibles 0.2235, valores con los que la suma es igual a 0.7386, lo que muestra la presencia de rendimientos decrecientes de escala en cuanto a estos insumos se refiere.

#### ¡Error! Marcador no definido.4. CONCLUSIONES

1. Es posible que la presente investigación haya permitido encontrar relaciones muy importantes entre los niveles de producción y la utilización de los insumos energéticos, pero indudablemente la función de producción en base a los factores, capital y mano de obra, aportaría mayores elementos de juicio para identificar los principales problemas en la industria manufacturera y formular las medidas de política que permitan superarlos.
2. La tendencia en la industria manufacturera nacional, por lo menos en el corto plazo, parece apuntar a la sustitución de la energía eléctrica por los combustibles, en especial el gas natural. Por lo tanto, una política concreta de apoyo al sector industrial, deberá contemplar necesariamente la instalación de redes de distribución domiciliaria, creando enclaves industriales en cada una de las ciudades principales del país y en regiones rurales en las que el potencial industrial así lo exija.

Con la capitalización de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB), la administración de la empresa estará en manos del sector privado, la cual podría desestimar esta prioridad, en resguardo de su beneficio particular. El Gobierno debería tomar las previsiones del caso para que YPFB capitalizada se comprometa a proveer el gas natural en forma regular y permanente. De todos modos, las nuevas industrias que se instalen en el sector rural, seguirán utilizando la energía eléctrica como insumo básico industrial.

En efecto, la introducción del GNC en la industria es reciente, en tanto que la energía eléctrica tiene una tradición bastante más importante, por lo que se puede suponer que las instalaciones y equipos industriales, por lo menos hasta el año 1991, funcionaban en gran medida en base a energía eléctrica. Sin embargo, las industrias no sólo utilizan este insumo en el proceso productivo, sino también en el área administrativa y el alumbrado, por lo que no es posible suponer una sustitución total dado que la parte del consumo de energía eléctrica con destino a los fines antes mencionados es considerablemente menor al uso industrial.

3. Los rendimientos decrecientes a escala, sugieren un uso no eficiente de los insumos energéticos y una combinación subóptima de los mismos. Ello no debería ser motivo de preocupación, por cuanto el período de estudio (1991) es parte de una etapa de transición y readecuamiento de la industria nacional al nuevo modelo de desarrollo adoptado en el país.

## ANEXO 1

VALOR AGREGADO INDUSTRIAL Y UTILIZACIÓN DE LOS INSUMOS ENERGETICOS  
INDUSTRIA MANUFACTURERA NACIONAL (ESTRATO FORZOSO). 1991.

CIU	RAMA DE ACTIVIDAD	VALOR AGREGADO	CONSUMO DE ENERGIA ELECT.	CONSUMO DE COMBUSTIBLES
3551	INDUSTRIAS DE LLANTAS Y CAMARAS	62,827	56,070	32,960
3852	FABRICACION DE APARATOS FOTOGRAFICOS E INST. DE OPTICA	225,907	7,265	95,000
3831	CONSTRUCCIÓN DE MAQUINAS Y APARATOS INDUSTRIALES ELECTRICOS	280,695	15,730	4,520
3513	FABRICACION DE RESINAS SINTETICAS, MAT.PLASTICAS Y FIBRAS ARTIF.	510,834	25,080	32,972
3909	INDUSTRIAS MANUFACTURERAS, n.e.p.	892,205	20,235	39,175
3132	INDUSTRIAS VINICOLAS Y OTRAS BEBIDAS FERMENTADAS	912,398	6,450	56,773
3412	FABRICACION DE ENVASES Y CAJAS DE PAPEL Y CARTON	1,096,857	6,205	3,698
3851	FABRICACION DE EQUIPO PROFESIONAL E INSTRUMENTOS DE MEDIDA	1,097,243	26,737	91,971
3411	FABRICACION DE PULPA DE MADERA, PAPEL Y CARTON	1,138,918	431,906	1,447,534
3829	CONSTRUCCIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO, n.e.p.EXC.MAQUINARIA ELECTRICA	1,684,467	155,957	84,823
3122	ELABORACION DE ALIMENTOS PREPARADOS PARA ANIMALES	1,728,996	125,507	507,974
3832	CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS Y APARATOS DE RADIO, TV Y COMUNIC.	1,847,664	60,325	77,532
3813	FABRICACION DE PRODUCTOS METALICOS ESTRUCTURALES	1,960,075	162,247	94,968
3419	FABRICACION DE ARTÍCULOS DE PULPA, PAPELY CARTON n.e.p.	2,377,617	199,076	131,119
3119	FABRICACION DE CACAO, CHOCOLATE Y ARTÍCULOS DE CONFITERIA	2,682,761	93,965	161,770
3113	ENVASADO Y CONSERVACION DE FRUTAS Y LEGUMBRES	3,036,994	120,560	208,902
3812	FABRICACION DE MUEBLES Y ACCESORIOS PRINCIPALMENTE METALICOS	3,450,616	238,152	116,892
3839	CONSTRUCCIÓN DE APARATOS Y SUMINISTROS ELECTRICOS n.e.p.	3,652,193	159,580	38,442
3320	FABRICACION DE MUEBLE Y ACCESORIOS	3,711,482	163,861	123,223
3529	FABRICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS n.e.p.	3,967,020	116,702	94,928
3521	FABRICACION DE PINTURAS, BARNICES Y LACAS	4,829,958	100,359	42,492
3240	FABRICACION DE CALZADOS, EXCEPTO DE CAUCHO VULCANIZADO	4,965,228	118,835	36,365
3843	FABRICACION DE VEHICULOS AUTOMOVILES	5,753,232	268,148	173,324
3212	ARTÍCULOS CONFECCIONADOS CON MAT.TEXT.EXCEPTO PRENDAS DE VESTIR	5,846,445	576,780	95,282
3559	FABRICACION DE PRODUCTOS DE CAUCHO, n.e.p.	6,458,844	55,827	42,971
3511	FABRICACION DE SUSTANCIAS QUIMICAS INDUSTRIALES BASICAS	7,532,093	780,678	528,325
3220	FABRICACION DE PRENDAS DE VESTIR, EXCEPTO CALZADOS	8,253,437	185,808	495,714
3691	FABRICACION DE PRODUCTOS DE ARCILLA PARA CONSTRUCCIÓN	5,569,448	1,813,522	3,354,209
3131	DESTILACION, RECTIFICACIÓN Y MEZCLA DE BEBIDAS ESPIRITUOSAS	10,043,402	168,749	939,847
3620	FABRICACIÓN DE VIDRIO Y PRODUCTOS DE VIDRIO	11,539,564	591,206	1,447,534
3213	FABRICACION DE TEJIDOS DE PUNTO	12,249,674	211,833	151,579
3121	ELABORACION DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS DIVERSOS	13,950,151	329,688	327,450
3231	CURTIDURIAS Y TALLERES DE ACABADO	15,118,806	819,960	736,897
3111	MATANZA DE GANADO Y PREPARACION Y CONSERVACION DE CARNE	16,359,908	2,584,718	2,702,169
3117	FABRICACION DE PRODUCTOS DE PANADERIA	17,326,339	1,025,507	1,261,236
3819	FABRICACION DE PRODUCTOS METALICOS, N.E.P.,EXCEPTO MAQ. Y EQUIPO	19,406,040	487,889	474,076
3699	FABRICACION DE PRODUCTOS MINERALES NO METALICOS, N.E.P.	19,600,107	545,829	581,496
3522	FABRICACION DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS Y MEDICAMENTOS	20,704,193	208,543	238,492
3140	INDUSTRIAS DEL TABACO	22,568,920	117,805	244,838
3523	FABRICACION DE JABONES Y PREPARADOS DE LIMPIEZA Y TOCADOR	22,813,141	316,550	1,028,819
3116	PRODUCTOS DE MOLINERIA	23,026,213	2,384,269	561,623
3560	FABRICACION DE PRODUCTOS DE PLASTICO	24,757,028	1,913,734	637,910
3112	FABRICACION DE PRODUCTOS LACTEOS	25,223,135	905,028	2,901,752
3211	HILADO, TEJIDO Y ACABADO DE TEXTILES	35,479,436	1,973,798	2,920,868
3311	ASERRADEROS, TALLERES DE ACEPILLADURA	41,105,864	1,288,941	10,465,179
3134	INDUSTRIA DE BEBIDAS NO ALCOHOLICAS Y AGUAS GASEOSAS	41,524,316	1,528,615	4,680,568
3720	INDUSTRIAS BASICAS DE METALES NO FERROSOS	42,436,637	6,578,290	17,164,616
3115	FABRICACION DE ACEITES Y GRASAS VEGETALES Y ANIMALES	43,643,329	3,075,849	5,248,458
3118	FABRICAS Y REFINERIAS DE AZUCAR	45,836,459	579,012	3,850,660
3420	IMPRENTAS, EDITORIALES E INDUSTRIAS CONEXAS	45,872,547	1,592,804	1,657,601
3692	FABRICACION DE CEMENTO, CAL Y YESO	70,701,150	11,978,144	20,350,941

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA

**ANEXO 2**
**PRODUCTO MEDIO MARGINAL DE LOS INSUMOS**

CIU	RAMA DE ACTIVIDAD	Valor Agreg. Estimado	Prod.marg. ener.elect.	Prod.marg. combustible	Prod.medio ener.elect.	Prod.medio combustible	TMg sust.tec. ee/c
3551	INDUSTRIAS DE LLANTAS Y CAMARAS	1,694,333	15.60	11.55	30.22	51.41	1.35
3852	FABRICACION DE APARATOS FOTOGRAFICOS E INST. DE OPTICA	749,154	53.29	1.77	103.12	7.89	30.06
3831	CONSTRUCCIÓN DE MAQUINAS Y APARATOS INDUSTRIALES ELECTRICOS	564,559	18.52	28.04	35.89	124.90	0.66
3513	FABRICACION DE RESINAS SINTETICAS, MAT.PLASTICAS Y FIBRAS ARTIF.	653,698	13.45	49.36	26.06	76.94	0.27
3909	INDUSTRIAS MANUFACTURERAS, n.e.p.	1,041,737	26.59	5.97	51.48	26.59	4.45
3132	INDUSTRIAS VINICOLAS Y OTRAS BEBIDAS FERMENTADAS	628,003	50.30	2.49	97.36	11.06	20.24
3412	FABRICACION DE ENVASES Y CAJAS DE PAPEL Y CARTON	334,302	27.80	20.29	53.88	90.40	1.37
3851	FABRICACION DE EQUIPO PROFESIONAL E INSTRUMENTOS DE MEDIDA	1,455,267	28.12	3.56	54.43	15.82	7.91
3411	FABRICACION DE PULPA DE MADERA, PAPEL Y CARTON	11,297,590	13.52	1.76	26.16	7.80	7.70
3829	CONSTRUCCIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO, n.e.p.EXC.MAQUINARIA ELECTRICA	3,545,182	11.74	9.39	22.73	41.80	1.25
3122	ELABORACION DE ALIMENTOS PREPARADOS PARA ANIMALES	4,729,358	19.48	2.09	37.68	9.31	9.30
3832	CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS Y APARATOS DE RADIO, TV Y COMUNIC.	2,130,144	18.24	6.17	35.31	27.47	2.95
3813	FABRICACION DE PRODUCTOS METALICOS ESTRUCTURALES	3,710,585	11.81	8.78	22.87	39.07	1.35
3419	FABRICACION DE ARTÍCULOS DE PULPA, PAPELY CARTON n.e.p.	4,431,284	11.50	7.59	22.26	33.80	1.51
3119	FABRICACION DE CACAO, CHOCOLATE Y ARTÍCULOS DE CONFITERIA	3,154,688	17.35	4.38	33.57	19.50	3.96
3113	ENVASADO Y CONSERVACION DE FRUTAS Y LEGUMBRES	3,798,056	16.28	4.09	31.50	18.18	3.98
3812	FABRICACION DE MUEBLES Y ACCESORIOS PRINCIPALMENTE METALICOS	4,736,457	10.27	9.10	19.89	40.52	1.13
3839	CONSTRUCCIÓN DE APARATOS Y SUMINISTROS ELECTRICOS n.e.p.	3,005,637	9.72	17.56	18.83	78.19	0.55
3320	FABRICACION DE MUEBLE Y ACCESORIOS	3,953,058	12.46	7.21	24.12	32.08	1.73
3529	FABRICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS n.e.p.	3,131,116	13.86	7.41	26.83	32.98	1.87
3521	FABRICACION DE PINTURAS, BARNICES Y LACAS	2,420,295	12.45	12.79	24.12	56.96	0.97
3240	FABRICACION DE CALZADOS, EXCEPTO DE CAUCHO VULCANIZADO	2,550,245	11.08	15.75	21.46	70.13	0.70
3843	FABRICACION DE VEHICULOS AUTOMOVILES	5,498,578	10.59	7.13	20.51	31.72	1.49
3212	ARTÍCULOS CONFECCIONADOS CON MAT.TEXT.EXCEPTO PRENDAS DE VESTIR	7,136,978	6.39	16.83	12.37	74.90	0.38
3559	FABRICACION DE PRODUCTOS DE CAUCHO, n.e.p.	1,793,716	16.59	9.38	32.13	41.74	1.77
3511	FABRICACION DE SUSTANCIAS QUIMICAS INDUSTRIALES BASICAS	12,233,639	8.10	5.21	15.67	23.16	1.56

Continúa.....

Continuación

**ANEXO 2**

**PRODUCTO MEDIO MARGINAL DE LOS INSUMOS**

CIU	RAMA DE ACTIVIDAD	Valor Agreg. Estimado	Prod.marg. ener.elect.	Prod.marg. combustible	Prod.medio ener.elect.	Prod.medio combustible	TMg sust.tec. ee/c
3220	FABRICACION DE PRENDAS DE VESTIR, EXCEPTO CALZADOS	5,757,420	16.02	2.61	30.99	11.61	6.13
3691	FABRICACION DE PRODUCTOS DE ARCILLA PARA CONSTRUCCIÓN	28,548,073	8.14	1.91	15.74	8.51	4.25
3131	DESTILACION, RECTIFICACIÓN Y MEZCLA DE BEBIDAS ESPIRITUOSAS	6,321,076	19.37	1.51	37.46	6.73	12.80
3620	FABRICACIÓN DE VIDRIO Y PRODUCTOS DE VIDRIO	13,280,402	11.61	2.06	22.46	9.17	5.63
3213	FABRICACION DE TEJIDOS DE PUNTO	4,726,049	11.53	7.01	22.31	31.18	1.65
3121	ELABORACION DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS DIVERSOS	7,051,141	11.05	4.84	21.39	21.53	2.28
3231	CURTIDURIAS Y TALLERES DE ACABADO	13,516,206	8.52	4.12	16.48	18.34	2.07
3111	MATANZA DE GANADO Y PREPARACION Y CONSERVACION DE CARNE	32,648,191	6.53	2.72	12.63	12.08	2.40
3117	FABRICACION DE PRODUCTOS DE PANADERIA	17,101,898	8.62	3.05	16.68	13.56	2.83
3819	FABRICACION DE PRODUCTOS METALICOS, N.E.P.,EXCEPTO MAQ. Y EQUIPO	9,372,590	9.93	4.44	19.21	19.77	2.23
3699	FABRICACION DE PRODUCTOS MINERALES NO METALICOS, N.E.P.	10,394,631	9.84	4.02	19.04	17.88	2.45
3522	FABRICACION DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS Y MEDICAMENTOS	5,188,214	12.85	4.89	24.88	21.75	2.63
3140	INDUSTRIAS DEL TABACO	3,888,368	17.06	3.57	33.01	15.88	4.78
3,523	FABRICACION DE JABONES Y PREPARADOS DE LIMPIEZA Y TOCADOR	8,919,050	15	2	28	8.67	7.47
3116	PRODUCTOS DE MOLINERIA	22,042,875	4.78	8.82	9.25	39.25	0.54
3560	FABRICACION DE PRODUCTOS DE PLASTICO	20,250,702	5.47	7.14	10.58	31.75	0.77
3112	FABRICACION DE PRODUCTOS LACTEOS	19,319,007	11.04	1.50	21.35	6.66	7.37
3211	HILADO, TEJIDO Y ACABADO DE TEXTILES	28,912,946	7.57	2.23	14.65	9.90	3.40
3311	ASERRADEROS, TALLERES DE ACEPILLADURA	30,879,405	12.40	0.66	23.96	2.95	18.67
3134	INDUSTRIA DE BEBIDAS NO ALCOHOLICAS Y AGUAS GASEOSAS	28,162,448	9.53	1.35	18.42	6.02	7.04
3720	INDUSTRIAS BASICAS DE METALES NO FERROSOS	79,861,145	6.26	1.05	12.14	4.65	6.00
3115	FABRICACION DE ACEITES Y GRASAS VEGETALES Y ANIMALES	41,421,060	6.97	1.78	13.47	7.89	3.92
3118	FABRICAS Y REFINERIAS DE AZUCAR	16,351,006	14.61	0.96	28.24	4.25	15.29
3420	IMPRENTAS, EDITORIALES E INDUSTRIAS CONEXAS	22,809,781	7.40	3.09	14.32	13.76	2.39
3692	FABRICACION DE CEMENTO, CAL Y YESO	112,966,288	4.88	1.25	9.43	5.55	3.91

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA



## **BIBLIOGRAFIA**

HENDERSON, James M, QUANDT, Richard E, 1981, "Teoría Microeconómica, Una aproximación Matemática", Ariel.

BLAIR, Roger D, KENNY, Lawrence W, 1991, "Microeconomía con aplicaciones a la empresa", McGraw-Hill.

MADDALA, G.S., MILLER, Ellen, 1993, "Microeconomía", McGraw-Hill.

VARIAN, Hal R., 1992, "Análisis Microeconómico", Antoni Bosch.

BUADOIN, et al. 1990, "La Industria: Problemas y perspectivas", ILDIS

BACON, Robert, 1992, "Measuring the possibilities of Interfuel Substitution".  
World Bank.