

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE ECONOMIA



**ESTIMACION DE LA FUNCION DE PRODUCCION
DE PRODUCTOS REFINADOS DE PETROLEOS
MEXICANOS (PEMEX) 1938 - 1979**

MONTERREY, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1993

TRABAJO

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN ECONOMIA
PRESENTA**

RUBEN OJEDA GALLARDO

T
HD9574
.M6
03
c.1



1080064228



**ESTIMACION DE LA FUNCION DE PRODUCCION
DE PRODUCTOS REFINADOS DE PETROLEOS
MEXICANOS (PEMEX) 1938 - 1979**

MONTERREY, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1993

RUBEN OJEDA GALLARDO

T
HD9574
.M6
O3



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. tesis



FONDO
TESIS LICENCIATURA

A MI MADRE

Ma. de los Angeles Gallardo M.

A MIS HIJOS

Paty, Mimi, Carlos y Rosita

A MI ESPOSA

Ma. Guadalupe Elizondo.G.

AGRADECIMIENTO

En memoria al Dr. Ernesto Quintanilla que revisó este trabajo y al Lic. Rodrigo Morales Elcoro que me dedicó no sólo su tiempo y saber, sino también, un trato alentador.

INDICE

I.- INTRODUCCION.

II PANORAMA DE LA INDUSTRIA.

A. Descripción de la Industria.

B. El PEMEX actual

C. Algunas consideraciones sobre las estadísticas utilizadas.

III.- MARCO TEORICO

A. La Función de Producción: Diferencia Constante de Elasticidad (CDE).

B. El objetivo de la Empresa y el Análisis Empírico.

IV. EL MODELO

A. Aclaraciones y Supuestos.

B. Ajuste Econométrico.

V CONCLUSIONES

APENDICE

BIBLIOGRAFIA

I. INTRODUCCION

Dentro de la teoría microeconómica un campo de estudio es el comportamiento de la empresa, cuyo objetivo central es, generalmente (Hirschleifer: 1980, pg. 304), maximizar utilidades (por dualidad: minimizar costos dado un nivel de producción).

El estudio de la función de producción de una empresa es relevante para: 1) Conocer la estructura del proceso productivo; 2) Dado un cambio en los precios relativos, conocer la posibilidad de sustitución entre los insumos; 3) Conocer el patrón de expansión de la empresa a través del conocimiento de los rendimientos a escala; 4) Estimar las funciones de demanda de insumos y, 5) A través de dualidad, estimar funciones de costos.

El presente trabajo versa sobre la industria petrolera mexicana; concretamente sobre la industria de refinados, los cuales definiremos como: gasolinas, combustóleos, nafta, kerosene y diesel.

La proposición a demostrar es la siguiente:

"La función de producción de refinados de petróleos Mexicanos (**PEMEX**) se ajusta a una función de diferencias constantes de elasticidad (CDE)".

A través de un ajuste econométrico se busca confirmar esta hipótesis, secundariamente, probar que los factores productivos son complementarios entre sí.

Para lo anterior, una vez recabados los datos, se probará la proposición a través de la obtención de la función de demanda relativa de factores, estimando los parámetros de ésta última mediante un ajuste mínimo cuadrático. Posteriormente, después de las pruebas de significancia de rigor, proceder (bajo ciertos supuestos) a reducir la CDE en una función de producción de elasticidades de sustitución constante (CES) y, si así fuera, en una Cobb-Douglas (CD). Es de notar que es en este tópico, entre otros, donde la teoría microeconómica es de utilidad en la toma de decisiones. Por el interés sobre el tema y la utilidad que de él se deriva, creo justificado este trabajo.

En primer lugar se trata de conocer la industria petrolera (**PEMEX**) en su contexto histórico-cuantitativo. Enseguida trabajar la parte de la teoría microeconómica de las funciones de producción y, posteriormente, trabajar el ajuste econométrico.

No existen muchos trabajos nacionales sobre el tema. De los encontrados se utilizan con provecho el de Guerra Macías (1985), el del equipo de Sánchez-Chappell y Hernández (1985).

Dado que se utilizan datos agregados sobre algunas variables (por ejemplo trabajadores totales en **PEMEX** en lugar de trabajadores de **PEMEX**

en el proceso de refinación) otros trabajos deberán realizar los cálculos, usando los valores de las variables indicadas en el proceso de producción de refinados para la industria **PEMEX**.

II. PANORAMA DE LA INDUSTRIA

A) DESCRIPCION DE LA INDUSTRIA

Para presentar el monopolio paraestatal, objeto de este estudio y llegar al final a conocer su importancia en la economía mexicana, se hará recuento histórico.

El petróleo¹ es un recurso natural y económico ya conocido en la América prehispánica: se empleaba como medicina, brea, pegamento, combustible para lámparas, unguento e incienso en los ritos religiosos de los habitantes autóctonos. Posteriormente los españoles lo usaban, en los siglos XVI y XVII, para calafatear embarcaciones².

Puede afirmarse que la exploración y explotación comercial comienza en 1869 cuando Adolf Autrey, un irlandés procedente de E.U.A., perfora el primer pozo petrolero que alcanza 28 m. de profundidad para luego, en 1875, fundar una refinería rudimentaria afuera de Papantla, Veracruz.

En 1908 funda Sir Weetman Pearson la compañía inglesa "El Aguila".

Ya para 1921, México ocupaba el 2o lugar mundial entre los productores de petróleo sólo después de Estados Unidos de América.

1. El petróleo no es una sustancia homogénea, sino una mezcla de muchas sustancias sólidas, líquidas y gaseosas todas de una familia química llamada hidrocarburos.

2. Véase bibliografía "Cronología de la industria petrolera" CONACYT

El agotamiento de pozos por la explotación irracional, de inundaciones de los mismos y la animadversión hacia el precepto constitucional sobre la propiedad de los recursos del subsuelo hicieron que la producción anual de barriles de petróleo disminuyera de 193.4 millones de 1921 a 38.8 millones en 1938.

La historia más reciente es ya conocida solo resta decir que el 7 de junio de 1938, a raíz de la nacionalización del petróleo, se forma **Petróleos Mexicanos (PEMEX)**.

B) EL PEMEX ACTUAL.

Esta empresa tiene hoy una importancia vital en la economía nacional, sobre todo en la década de los ochentas, donde la sola alteración de los precios de sus exportables produce impactos y expectativas en toda la economía.

Algunas cifras muestran tal importancia.

CUADRO 1
México: Participación relativa de la Producción
Petrolera 1983.

AÑO	Q/PIB	Q/PIBR	Qx/X
1980	6.6 %	3.2 %	55.6 %
1981	6.4 %	3.5 %	61.4 %
1982	10.0 %	3.8 %	78.2 %
1983	13.1	4.1 %	75.5 %

FUENTE: "La industria petrolera en México" **INEGI-SPP**, México 1985.

donde: Q/PIB: es la fracción que la producción petrolera (Q) representa en relación con el producto interno bruto (PIB) a precios corrientes.

Q/PIBR: Es la misma fracción anterior, solo que en términos reales (1970 = 100)

QX/X: las exportaciones de **PEMEX** (QX) como, fracción de las exportaciones totales para 1983.

Para finalizar esta serie de datos, basta decir que la participación tributaria en el total para los años 1980, 1981, 1982 y 1983, respectivamente fué de: 22.1%, 27.2%, 23.6% y 34.8%³.

C) ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LAS ESTADISTICAS UTILIZADAS.

El estudio de una función de producción es, en el terreno empírico, un trabajo econométrico.

Como en todo trabajo empírico (cuantitativo), un problema inicial es la obtención de los datos necesarios. Siendo este un ajuste sobre la empresa **PETROLEOS MEXICANOS (PEMEX)**, más concretamente sobre la

3. Datos sacados de la obra citada del Inegi.

producción de refinados, se tuvo que usar, para la variable trabajo, una variable Proxy. En rigor, se debía usar los trabajadores ocupados en los procesos petro-químicos indicados (producción de gasolina en todas sus variantes, combustóleo, nafta, kerosene, diesel, etc.), sin incluir los trabajadores dedicados a la exploración y explotación. Dado el problema que significaba desagregar los datos y en virtud de que existe una relación directa entre los trabajadores ocupados en exploración y explotación y en refinados⁴: se tomaron los datos de todos los trabajadores de **PEMEX**.

4. Esto es válido cuando la empresa está creciendo, no cuando hay una disminución en la exploración, pues no se despiden fácilmente los trabajadores sindicalizados.

III. MARCO TEORICO

A) EL OBJETIVO DE LA EMPRESA Y EL ANALISIS ECONOMICO

En este apartado se dará respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿ Es siempre y en todo tiempo, la maximización de los beneficios el objetivo central del funcionamiento de una empresa ?
2. Y si en algun momento no fuese, la maximización de beneficios el objetivo central, ¿Que implicaciones tiene ello para el análisis teórico-empírico de esta empresa?

Estas preguntas son pertinentes a la luz de que se acepta que **PEMEX** no es eficiente técnicamente¹, ya que es de dominio popular que no minimiza sus costos (para el período estudiado) cuando, por ejemplo, permite que el sindicato petrolero realice obras que otras constructoras podían, previo concurso, directamente y a costos más bajos realizarlas.

¹ Tampoco pudiese ser desde el punto de vista de la eficiencia económica, por ser monopolio ya que en el nivel óptimo de producción de estos mercados, el costo marginal difiere del precio. A menos que fuese un monopolio natural.

Para responder la primer pregunta los teóricos aceptan hoy que cierto tipo de Empresas no podrían explicar su funcionamiento apoyadas en la hipótesis de maximización de utilidades. (H. Demsetz (1974) asegura que no hay evidencia que la sostenga).

Por ejemplo en las grandes empresas (por añadidura sociedades Anónimas) la separación de la propiedad y el control pueden ser llevados a un grado extremo. Allí, se cree, que la gerencia buscará alcanzar, cuando menos, un nivel mínimo de utilidades, suficientes para apaciguar a los tenedores de acciones y evitar sanciones laborales. Pero más allá de ese nivel, la gerencia podría intentar alcanzar sus propios objetivos, y no lo de los dueños.

Si bien la consecución de objetivos diferentes al de maximización en una empresa privada se pueden aceptar solo para un lapso de tiempo, en una empresa del sector público, donde las pérdidas puede absorberlas el gobierno central, es más plausible que la empresa no busque maximizar utilidades.

En relación con la segunda pregunta, la estimación de una función de producción y de demanda de factores, es un trabajo empírico un ajuste econométrico, el cual se realiza para una empresa concreta, la cual difícilmente, en un mundo de incertidumbre y con un mayor o menor grado de desconocimiento de los mercados (de producto y de factores), podrá decirse que está logrando el mínimo de los costos (máximo beneficio) posibles.

Existen ajustes similares para el caso de empresas monopólicas: El estudio del Dr. **LLAD PHILIPS**: "Factor demands in the provision of public safety"², sobre la producción de seguridad pública por el departamento de policía de la ciudad de los Angeles, California; E.U.A.

Basado en la puntualización anterior, es posible practicar el ajuste para **PEMEX**.

B) La Función de Producción: Diferencia Constante de Elasticidades (CDE).

La función se define como una función de producción indirecta e implícita. Indirecta porque la cantidad producida del bien en cuestión, está en función de los precios (normalizados) de los factores, en lugar de las cantidades de los factores. Implícita porque matemáticamente, en la función, la producción, q , no depende explícitamente (q no está despejada) de los factores.

nuestra función es:

$$V(W_i/C) = g(q, W_i/C) = \sum \beta_i q^{\epsilon_i b_i} (W_i/C)^{b_i} = 1$$

Donde:

q : es el volumen de producción del producto indicado en el período de tiempo definido.

² Citado en la bibliografía de este trabajo.

w_i/c : es la fracción, que sobre el costo total de producción representa el pago al factor i -ésimo y

e_i, b_i, b_i Son parámetros respectivos a cada factor.

σ_{ij} Es la elasticidad sustitución entre los factores i -ésimo y j -ésimo

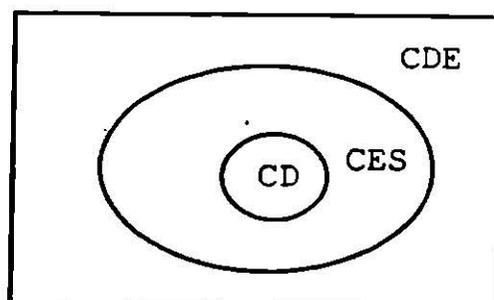
La restricción de esa función es que:

$$\sigma_{ij} - \sigma_{ik} = a, \text{ donde } a \text{ es una constante.}$$

Es decir, la diferencia de cualquier par de elasticidades se debe de mantener constante. Esto implica que las σ_{ij} pueden variar, pero lo que no debe cambiar son las diferencias entre todos los pares de elasticidades. Lo anterior hace el análisis más general y flexible --para ajustarse a los problemas empíricos-- que si usamos una función de producción de Elasticidad de Sustitución Constante (CES), o una Cobb Douglas (CD).

Gráficamente:

GRAFICA 1
Representación de las Funciones
CDE, CES, CD



Se puede decir que una CES y CD son una CDE que cumplieron cada uno con ciertas restricciones³.

sea la función CDE

$$V(W_i/C) = g(q, W_i/C) = \sum \beta_i q^{e_i b_i} (W_i/C)^{b_i} \quad (1.)$$

Donde :

b_i es un parámetro de distribución.

e_i mide la elasticidad-producto y

b_i determina las elasticidades de sustitución entre factores.

Usando el teorema de Roy (Varian pag. 126-128) para, a partir de tal función, obtener una **Función de demanda ordinaria y directa del i-ésimo factor** ($X_i = X(W_i/C)$);

$$X_i = \frac{\frac{\delta q}{\delta (W_i/C)}}{\sum (W_i/C) [\delta q / \delta (w_i/C)]}$$

Derivando para el i-ésimo factor.

3. CES. Si $b_1 = b_2 = \dots = b_n = b$ y CD si además $e_1 = e_2 = \dots = e_n = e$

$$\frac{\delta V(W_i/C)}{\delta(W_i/C)} = \beta_i b_i q^{e_i b_i} (W_i/C)^{b_i-1}$$

El denominador quedaría

$$\begin{aligned} \Sigma (W_i/C) [[\delta V(W_i/C)] / \delta(W_i/C)] &= [\Sigma(W_i/C)] \beta_i b_i q^{e_i b_i} (W_i/C)^{b_i-1} \\ &= \Sigma \beta_i b_i q^{e_i b_i} (W_i/C)^{b_i} \end{aligned}$$

De donde sustituyendo en (2.)

$$X_i = \frac{\beta_i b_i q^{e_i b_i} (W_i/C)^{b_i-1}}{\Sigma \beta_i b_i q^{e_i b_i} (W_i/C)^{b_i}}$$

La demanda para el j-ésimo insumo y para el k-ésimo insumo serían respectivamente.

$$X_j = \frac{\beta_j b_j q^{e_j b_j} (W_j/C)^{b_j-1}}{\Sigma \beta_j b_j q^{e_j b_j} (W_j/C)^{b_j}} \quad (3.)$$

$$X_k = \frac{\beta_k b_k q^{e_k b_k} (W_k/C)^{b_k-1}}{\Sigma \beta_k b_k q^{e_k b_k} (W_k/C)^{b_k}} \quad (4.)$$

Obteniendo las demandas relativas X_i/X_j y X_k/X_j

$$X_i/X_j = \frac{\beta_i b_i q^{e_i b_i} (W_i/C)^{b_i-1}}{\beta_j b_j q^{e_j b_j} (W_j/C)^{b_j-1}} \quad (5.)$$

$$X_k/X_j = \frac{\beta_k b_k q^{e_k b_k} (W_k/C)^{b_k-1}}{\beta_j b_j q^{e_j b_j} (W_j/C)^{b_j-1}} \quad (6.)$$

Linealizando (5.) y (6.) para poder estimar, mediante mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), los parámetros correspondientes;

$$\ln(X_i/X_j) = \ln(\beta_i b_i / \beta_j b_j) + (e_i b_i - e_j b_j) \ln q + (b_i - 1) \ln(W_i/C) - (b_j - 1) \ln(W_j/C) \quad (7.)$$

y para X_k/X_j

$$\ln(X_k/X_j) = \ln(\beta_k b_k / \beta_j b_j) + (e_k b_k - e_j b_j) \ln q + (b_k - 1) \ln(W_k/C) - (b_j - 1) \ln(W_j/C) \quad (8.)$$

Las ecuaciones (7.) y (8.) son estimables.

Representando en forma convencional a (7.) y (8.) tenemos:

$$W_t = \epsilon_1 + \epsilon_2 X_{2t} + \epsilon_3 X_{3t} + \epsilon_4 X_{4t} + U_t \quad (7')$$

$$Z_t = \alpha_1 + \alpha_2 Q_{2t} + \alpha_3 Q_{3t} + \alpha_4 Q_{4t} + V_t \quad (8')$$

Donde:

$$W = \ln (X_i/X_j) \quad \text{y} \quad Z = \ln(X_k/X_j)$$

$$\epsilon_1 = \ln(\beta_i b_i / \beta_j b_j) \quad \alpha_1 = \ln(\beta_k b_k / \beta_j b_j)$$

$$\epsilon_2 = (e_i b_i - e_j b_j) \quad \alpha_2 = (e_k b_k - e_j b_j)$$

$$X_2 = \ln q. \quad X_2 = \ln q.$$

$$\epsilon_3 = (b_i - 1) \quad \alpha_3 = (b_k - 1)$$

$$X_3 = \ln (W_i/C) \quad Q_3 = \ln (W_k/C)$$

$$\epsilon_4 = -(b_j - 1) \quad \alpha_4 = -(b_j - 1)$$

$$X_4 = \ln (W_j/C) \quad Q_4 = \ln (W_j/C)$$

$$U_t = \text{error estocástico} \quad V_t = \text{error estocástico}$$

ELASTICIDAD SUSTITUCION

Dada la función de producción $q=f(X_i, X_j)$ donde q es el nivel de producción por unidad de tiempo; X_i y X_j el nivel del factor i -ésimo y j -ésimo respectivamente se define una curva de igual producto (isocuantas), para diferentes combinaciones de los insumos X_i y X_j como:

$$(\delta q / \delta X_i) dX_i + (\delta q / \delta X_j) dX_j = 0 \quad (9.)$$

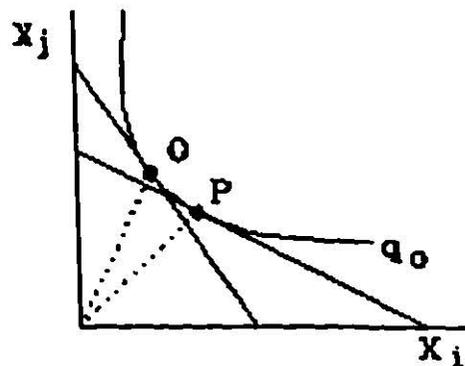
o bien

$$f_{x_i} dX_i + f_{x_j} dX_j = 0$$

Es decir, el incremento en el producto debido a un incremento en el factor X_i es compensado exactamente por la disminución en el producto originado por una reducción del insumo X_j .

Geoméricamente, consiste (en la gráfica) en pasar del punto O al punto P en la curva q_0 .

GRAFICA #2



despejando la tangente geométrica:

$$dX_j / dX_i = -f_{x_i} / f_{x_j}$$

A esta razón de cambios (muy pequeños) se le conoce como tasa marginal de sustitución de X_i por X_j y nos dice en cuanto debe aumentarse

(o disminuirse) X_j para mantener constante el nivel de producción q_0 , habida cuenta de una disminución en el nivel de uso del insumo X_i .

Geométricamente es la pendiente, en un punto P, de la isocuanta.

Por definición La **elasticidad sustitución** (σ_{ji}) entre los factores X_i y X_j es: el cambio porcentual de la razón X_j/X_i como el resultado de un cambio porcentual en la razón de los precios pX_i/pX_j .

$$\sigma_{ji} = [d(X_j/X_i)/(X_j/X_i)]/[d(pX_i/pX_j)/(pX_i/pX_j)] \quad (10.)$$

Concretamente la **elasticidad sustitución** mide la facilidad con la cual el factor X_j sustituye al factor X_i cuando cambian sus precios relativos.

Como en el equilibrio de una empresa.

$$pX_i/pX_j = fx_i/fx_j \quad (11.)$$

entonces sustituyendo (11.) en (10.):

$$\sigma_{ij} = [d(X_j/X_i)/X_j/X_i]/[d(fx_i/fx_j)/fx_i/fx_j]$$

Una reducción porcentual en $pX_i/pX_j = fx_i/fx_j$ implicará una reducción porcentual en la razón X_j/X_i .

(Se empleará más X_i , y menos X_j , pues es mas barato y se produce lo mismo)

En este caso podemos estimar la elasticidad de sustitución entre los factores i -ésimo y j -ésimo, usando. 4

$$\sigma_{ij} = (1-b_i) + (1-b_j) - \sum (1-b_k) S_k$$

donde:

$$S_k = (W_k \cdot X_k) / C \quad \text{y} \quad \sum S_k = \frac{\sum W_k X_k}{C} = 1$$

Si $b_i = b_j = b_k = b$, entonces:

$$\sigma_{ij} = (1-b) + (1-b) - (1-b) \sum S_k$$

se convierte en:

$$\sigma_{ij} = (1-b)$$

donde $(1-b)$ es una constante y la CDE se convierte en una función de

Elasticidad constante (CES): $q = g[k^{-1} + (1-d)L^{-\sigma}] E_i$

Si $b_i = b_j = b_k = b$ entonces CDE

$$\text{Será} \quad \sum \beta_i q^{\sigma b} (W_i / C)^b = 1$$

.-ver definición de Richard Allen en la bibliografía.

Despejando el costo total C

$$W_i^b / C^b = 1 / \sum b_i q^{e_i b}$$

$$C^b = \sum b_i q^{e_i b} (W_i)^b$$

$$C = [\sum b_i q^{e_i b} (W_i)^b]^{1/b}$$

Esta función no es separable. Para que lo sea es necesario, además,

$$e_i = e_j = e_k = e$$

Entonces en

$$C = [\sum b_i q^{e_i b} W_i^b]^{1/b},$$

será

$$C = [\sum b_i q^{e_i b} (W_i)^b]^{1/b} = [q^{e_i b} \sum b_i W_i^b]^{1/b} = q^{(e_i b)/b} [\sum b_i W_i^b]^{1/b}$$

$$C = q^e [\sum b_i W_i^b]^{1/b},$$

Y como en CES.

$$C = q^{1/r} [\sum W_i^{r/(1+r)} \cdot \delta_i^{1/(1+r)}]^{(1+r)/r}$$

Entonces $q^e = q^{1/r}$

Y $r = 1/e$

que indica el grado de homogeneidad.

y como

$$\sigma_{ij} = (1-b) = 1/(1+r)$$

Si r , parámetro conocido en la CES como el parámetro de sustitución, fuese $r = 0$, entonces $\sigma_{ij} = (1-b) = 1/1+0 = 1$

La CDE se convierte finalmente en una Cobb Douglas.

IV. EL MODELO

Como ya se citó los objetivos son:

- a) Probar si la empresa ~~PEMEX~~, en lo que a refinación se refiere, tiene un comportamiento en su actividad económica que puede ser descrito. por una función CDE.
- b) Encontrar, a través de la elasticidad de sustitución, si los factores considerados son sustitutos o complementarios, y

c) estimar la función de demanda relativa por los factores considerados.

A) Aclaraciones y Supuestos sobre el modelo.

La carencia de datos obligó, por un lado, a usar sólo dos factores productivos en el estudio y, por otro, a usar variables instrumentales ("proxy").

Dada la función de producción CDE

$$\sum b_i q^{e_i} b_i (W_i/C)^{b_i} = 1$$

usando el teorema de Roy:

$$(1) \ln Tr/crudo = \ln(\beta_t b_t / \beta_c b_c) + (e_t b_t - e_c b_c) \ln q + (b_t - 1) \ln (\text{salarios}/C) - (b_c - 1) \ln (V \text{ crudo}/C) + V_t$$

Donde:

q = Miles de barriles anuales de producción de refinados, los cuales incluyen gasolina en sus diversas variantes, nafta, kerosene, diesel.

Tr = Trabajadores ocupados al año, en PEMEX.

$Crudo$ = Miles de barriles (de 159 litros c/u) de crudo.

Para obtener este dato, a la producción anual de crudo se le restan las exportaciones.

C = Costo total. Se estimó como la suma de salarios, valor del crudo e inversión bruta fija.

Salarios = Los salarios medidos a valor constante (1970 = 100)

Valor crudo = El valor de crudo en pesos se obtuvo multiplicando la producción para consumo nacional por 1.30 dólares (que era el precio promedio internacional del barril) y el producto por 12.50 pesos mexicanos, que era el tipo de cambio prevaleciente en 1970.

El número de observaciones es de 42, de 1938 a 1979.

La inversión bruta fija es superior, en algunos años, a la depreciación de capital; no debiese como tal incluirse en los costos, pues la inversión neta no formó parte del costo, sino únicamente la depreciación de capital. No obstante por no tener separados los datos de depreciación e inversión neta se tomaron como variables instrumentales a la inversión bruta fija. Es de esperarse que en los años de gran expansión de la industria petrolera, y por ende de la refinación, la inversión neta haya sido alta, lo que haría que la variable inversión bruta fija no fuese un buen componente en el costo.

B) Ajuste econométrico: Resultados.

A) Dada la función (1) de demanda relativa de los factores trabajo-crudo utilizando MCO se encontró:

$$\ln (\text{Tr/Crudo}) = 15.34 + (-1.0004) \ln q. + .61904$$

$$(\text{salarios/costo}) - (11.074) \ln (\text{V crudo/costo}) + U$$

$$\text{ES.} = \quad (.6752) \quad (.096982) \quad (.078676) \quad (5.2329)$$

$$t = \quad (9.0975) \quad (-10.315) \quad (7.8720) \quad (2.1150)$$

$$R^2 = .9340; \text{ g.l.} = 38; F = 179.359; \text{ dw} = 1.6603$$

Sobre los supuestos básicos del modelo:

- 1) Se encontró que no hubo correlación serial positiva ni negativa de los errores.

Usando una prueba de dos colas, el dw calculado fue de 1.6603, se encontró en la región de aceptación H_0 y H^*0 (H_0 : no autocorrelación positiva y H^*0 : no autocorrelación negativa).

- 2) Sobre el caso de multicolinealidad, se hizo la siguiente prueba: La R^2 alta la contrastamos con los resultados de las pruebas de hipótesis sobre las betas (parámetros). Al ser significativos las betas y un R_2 alto, esto indica la no violación de este supuesto.

- 3) Sobre la Heteroscedasticidad, no se hizo ninguna prueba dado

que:

3.1) Como se usó logaritmos en la función, estos minimizan el problema de heteroscedasticidad, pues de haberla, comprimen la escala en que están medidas las variables L, Y. (Gujarati, 1981, pág. 207)

3.2) La heteroscedasticidad nos da estimadores insesgados pero ineficientes. El problema de que los estimadores no tienen mínima varianza ocasiona problemas en los intervalos de las betas y con estimaciones interválicas para ln (Tr/crudo). La heteroscedasticidad haría perder precisión a la predicción interválica, al separar más sus límites.

Sin embargo, para estimaciones puntuales no hay problema.

Nótese que en todas aquellas pruebas (t, F) donde intervienen las varianzas o errores estándar de las Betas surge problema. El ajuste fue considerado bueno, pues pasó la F y las pruebas t (aunque por el número de observaciones de 42, se pudo haber utilizado la normal, para cada uno de los estimadores), con un nivel de significancia del 5%.

b) Sobre la elasticidad sustitución

Para estimarla se hizo :

$$b_3=(b_t-1) = 0.61904, \text{ luego } b_t = 1.61904$$

$$b_4=(b_c-1) = 11.074 , \text{ luego } b_c = 12.074$$

Sustituyendo en :

$$\sigma_{tc} = (1-b_t)+(1-b_c) - \Sigma(1-b_k) (W_k X_k/c)$$

$$\sigma_{tc} = (1-1.61904)+(1-12.074) - (1-1.61904)(0.2255) + \\ (1-12.074)(0.4469)$$

$$\sigma_{tc} = -6.6047082$$

El signo negativo indica que al aumentar el precio relativo del insumo trabajo, en 1%, se reduce la demanda relativa del insumo crudo, en un 6.6%.

se concluye que los factores trabajo y crudo son complementarios (Allen, 1968).

c) Sobre la prueba para verificar si es una función de producción

CES. Se utilizó mínimos cuadrados co restricciones :

1. Se impuso la restricción $b_1 = b_2$ y la ecuación a ajustar se

transformó a :

$$\ln (\text{Tr}/\text{crudo}) = \ln \beta_t/\beta_c + b(e_1 - e_2) \ln q + (b-1)[\ln(\text{salarios}/C) - \\ \ln(V \text{ crudo}/C)] + E_t$$

Resultados :

$$\ln (\text{Tr}/\text{crudo}) = 16.110 - 1.0660 \ln \text{Ref} + 0.63952 [\ln(\text{salarios}/C) - \\ \ln(V(\text{crudo}/C))] .$$

$$ES = (1.7110) \quad (0.97074) \quad (.082073)$$

$$t = (9.4156) \quad (-10.981) \quad (7.7921)$$

$$R^2 = .9253$$

2. Para probar si la restricción es válida se uso una prueba F para mínimos cuadrados con restricciones (Gujarati, pág 324)

$$F_c = [(\Sigma e^2_2 - \Sigma e^2_1)/m] / [\Sigma e^2_1 / (n-k)]$$

$$F_c = ((2.4334 - 2.4563)/1) / (2.4563/8) = -0.33$$

Donde:

Σe^2_2 = SC no explicados con restricción.

Σe^2_1 = SC no explicados sin restricción

m = Número de restricciones lineales.

k = Número de parámetros de la ecuación sin restricciones.

n = Número de observaciones.

La F tablas para $\alpha = 5\%$, 1 y 38 grados de libertad en el numerador y denominador respectivamente fue 4.08 por lo que la F calculada

resultó no estadísticamente significativa, lo que implicó que las regresiones con restricciones y sin restricciones son iguales (b_1 es igual a b_2). Lo anterior implica que la CDE se convierte en una CES.

De acuerdo con la nota de pie de la página 12, se podría agregar la restricción de que $e_1 = e_2 = e$. De aceptarse como válida esta restricción, se podría conocer el grado de homogeneidad de la función (el tipo de rendimientos a escala) de producción de hidrocarburos de PEMEX.

CONCLUSIONES

Un punto tratado en este trabajo es, si la teoría microeconómica, que habla sobre el comportamiento siempre eficiente de los agentes económicos, es pertinente para el análisis empírico de empresas y mercados que se alejan del mundo teórico necesario para alcanzar un óptimo de Pareto.

Sin ser ésta la hipótesis, la aplicabilidad de la microeconomía teórica el análisis empírica, subyace en este trabajo como una tarea pendiente de realizar, en otra parte y en otros tiempos.

Como quiera que sea, las empresas existen, y producen, por lo que la relación entre insumos y producción (la función de producción) se da.

Para **PEMEX** se encontró que el proceso de producción de refinados se ajusta estadísticamente a la estructura matemática de una función de producción CDE. Lo que implica que la diferencia entre las elasticidades sustitución de diferentes insumos es igual.

Así mismo se encontró que los insumos trabajadores y volumen de crudos son factores complementarios por lo que esta sería una función de proporciones fijas para este par de insumos.

Cabe agregar que el período fue seleccionado, excluyendo la década de los 80_s, pues en esta época se dió en **PEMEX** un relajamiento en materia del control financiero y de un funcionamiento productivo con menor eficiencia; todo ello a raíz del auge petrolero, la crisis de la

economía en su conjunto y conjugado, además, con la peculiaridad de la relación del sindicato petrolero con la empresa.

BIBLIOGRAFIA

- Alchian, Armen "La base de algunos progresos recientes en cuanto la teoría de la empresa", en Microeconomía. Compiladores Breit y Hochman, Edit. Interamericana S.A., México 1973.
- Allen, R.G.D. "Mathematical analysis for Economists", St. Martin Press (1968).
- Blackorby, D; Drimont y R. R. Russel "The aplicación of Duality theory to consumer preference and Production Technologies", en Duality Separability and Functional structure. North - Holland, Cap. 2.
- CONACYT El Petróleo en México y en el mundo. México, 1980, 2a Edición.
- Demset Z. H. "¿Dónde está el nuevo estado industrial?" Economic Inquiry, Vol. 12, marzo de 1974.
- Ferguson, C.E. Teoría microeconómica. Edit. F.C.E., México 1971.

- Giora, Hanock. Production and Demand models with Direct or Indirect implicit additivity, Econométrica, Vol. 43, No. 3, Mayo 1975.
- Guerra Macías, Guillermo "Una Estimación de la función de Producción para la Industria Cementera Mexicana en el período 1955 - 1979". Tesina de Licenciatura; Facultad de Economía UANL, 1983
- Gujarati, Damodar "Econometría básica", Editorial Mc. Graw Hill. Bogotá Colombia 1981.
- Henderson y Quandt, Richard Microeconomic Theory. A Mathematical approach. McGraw Hill, 2a Edición, Tokio 1971.
- Hirshleifer, Jack. "Teoría de precios y sus aplicaciones Edit. Prentice-Hall International. Madrid 1980.
- INEGI. "La Industria Petrolera en México", México, D. F., 1985.
- Kmenta, Jan Elementos de Econometría, Editorial Vices Universidad, Barcelona, 1977.
- López Portillo y Weber, José El Petróleo de México. Edit. F. C. E., México, D. F., 1975.
- Philips, Llad "Factor Demands in the provision of public

Safety", en J. Heineke (ed): Economic Models of criminal Behavior, North- Holland.

- Sánchez R. Paris; "Estimación de una función de producción CDE,
Chapell, O; y cuando la producción no es medible", caso:
Hernández Caballero, Distribuidora CONASUPO DEL NORTE, S.A. Facultad
Carlos de Economía UANL. 1984.
- Varian, Hal R. Análisis Microeconómico, Bosh Casa Editorial,
 S.A., Barcelona 1980.
- Villarreal, Hernán : Teoría de la producción J., apuntes de
 microeconometría. editados por Universidad
 Autónoma agraria Antonio Narro. Saltillo,
 Coahuila 1988.

APENDICE

AÑO	CRUDO MILES DE BARRILES ANUALES	REFINACION MILES DE BARRILES ANUALES (q)	TRABAJADORES OCUPADOS AL AÑO Tr
1938	38818	33664	1760
1939	43306	31928	2010
1940	44448	32095	2194
1941	43385	34887	1976
1942	35148	33190	2057
1943	38503	34447	2123
1944	43878	36455	2286
1945	49533	43149	2564
1946	57117	44017	2918
1947	59774	51270	2882
1948	62227	49763	2908
1949	73881	54715	2908
1950	78779	55933	3410
1951	74098	61335	3655
1952	85230	65065	3578
1953	91370	71468	3692
1954	94097	77096	3993
1955	92197	80976	4335
1956	100641	80770	4266
1957	105758	85231	4442
1958	107771	94280	4553
1959	116820	101670	4569
1960	121563	102389	4675
1961	125829	115840	4616
1962	129504	116209	4736
1963	132141	117823	4960
1964	135021	126976	5037
1965	132141	127151	5397
1966	135021	129491	5773

CRUDO	COSTO		
	(MILES DE		
	MILLONES)		
35019	102		
34870	115		
35887	131		
35822	134		
33775	140		
3416	150		
37848	150		
41446	153		
46231	153		
51375	176		
52589	180		
55044	188		
61698	186		
65058	230		
79622	226		
70614	230		
80600	244		
85276	269		
88680	318		
88160	322		
99965	322		
105646	357		
106671	393		
110137	400		
114405	410		
118691	424		
121923	504		
127341	439		
135021	439		

