



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

FS461C

FS 461 C

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

ORGANIZACION DE LAS NACIONES

UNIDAS PARA EL DESARROLLO

INDUSTRIAL

08882 (6)

ESTUDIOS SOBRE ANTECEDENTES TECNICOS
DE BIENES DE CAPITAL ESPECIFICOS DE LOS
CUALES, PEMEX ES UN USUARIO IMPORTANTE

S/E

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

DIRECTOR GENERAL

ING. AGUSTIN STRAFFON

SUBDIRECTOR GENERAL

ING. FERNANDO MANZANILLA

DIRECTOR DEL ESTUDIO

ING. JOSE LUIS DE LAS FUENTES

COORDINADOR GENERAL

ING. CARLOS RIQUELME GARCIA

COORDINADORES

ING. ROSENDO TAMAYO BAUTISTA

ING. ANGEL ESCALANTE RAMIREZ

ANALISTAS

ING. GABRIEL CASTRO MEDINA

ING. LUIS ABOGADO M. DE O.

ING. GUILLERMO SCHOELMAN R.

ING. NORMA A. VELAZCO L.A.

ING. GUSTAVO ORTIZ CHACON

TURBINAS DE VAPOR

C O N T E N I D O

- I** ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL PRODUCTO
- II** ESTADISTICAS DE LAS ADQUISICIONES HECHAS POR PEMEX
- III** PROYECCIONES DE LAS ADQUISICIONES DE PEMEX CONFORME LAS OBRAS PROYECTADAS
- IV** FABRICANTES NACIONALES QUE HAYAN SIDO PROVEEDORES DE PEMEX
- V** CONDICIONES HABITUALES DE PEMEX PARA LAS COMPRAS A FABRICANTES NACIONALES Y LAS COMPRAS EN EL EXTERIOR
- VI** PRINCIPALES FABRICANTES EN EL EXTERIOR
- VII** PRECIOS DE ADQUISICION EN EL EXTERIOR Y PRECIO DE --- OFERTA EN EL PAIS
- VIII** PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS O COMPONENTES INCORPORADOS EN EL EQUIPO

I. ESPECIFICACIONES TECNICAS

Las turbinas de vapor, al igual que los motores eléctricos, son equipos de propulsión las cuales presentan ciertas ventajas sobre los motores, ya que no requieren de muchos mecanismos de control ni de transformadores, lo cual las hace un tanto independientes, pues si su suministro de vapor es constante no presentan grandes problemas.

Las turbinas se emplean sobre todo para accionar equipos de alta velocidad y generalmente su menor peso con respecto a los motores las hace ser más solicitadas. Las turbinas de vapor, en no pocas ocasiones son empleadas como accionadores de las bombas o compresores de relevo.

Para este estudio, se analizan solo las turbinas de vapor para impulsión directa de bombas con potencia entre los 1,000 y 10,000 HP, pero se ha considerado conveniente no solo enfocarla para su uso en el accionamiento de bombas, sino también en el de compresores lo que obviamente aumenta la demanda de estos equipos.

Las turbinas pueden clasificarse de una manera general en dos subdivisiones, basadas en la forma de efectuar la transformación de la energía calorífica a energía mecánica. En primer lugar están las turbinas de impulso (acción), que producen el movimiento del

rotor por la fuerza creada por el choque del chorro de vapor contra los álabes, y en segundo lugar se tienen las turbinas de reacción que producen el movimiento debido a la reacción de chorros de vapor fijos, al disco giratorio.

Como el rango de operación solicitado en este estudio está entre los 1,000 y 10,000 HP las turbinas no resultan ser muy complicadas, puesto que con turbinas de vapor de un simple paso se puede lograr una potencia de 1,000 HP, sin embargo para potencias cercanas y mayores a los 10,000 HP, las turbinas necesitan ser, de varias etapas.

Las turbinas del tipo aquí analizado pueden ser de acción o de reacción, sin embargo, el mayor porcentaje adquirido en el país corresponde a turbinas de impulso, por lo cual se enunciarán a continuación las especificaciones generales para este tipo de unidades, las cuales están dadas por el Instituto Americano del Petróleo con la clasificación API-611 y bajo el título de "Turbinas de Vapor para Servicio General en Refinerías", las cuales en términos generales dicen lo siguiente:

- 1) Los valores de los esfuerzos máximos en la carcasa no deben exceder a los valores permitidos en la Sección VIII, División I del Código ASME, a la temperatura máxima de operación.
- 2) Las carcasas de la turbina podrán ser tanto de corte horizon

tal como vertical.

- 3) El diseño de la carcaza deberá permitir desarmar y reemplazar las partes de mayor desgaste, sin desarmar la carcaza y sin desconectar las tuberías de entrada y salida.
- 4) Los rotores que no sean de forja integral, deberán ser diseñados previendo que sus componentes permanezcan firmemente ensamblados a cualquier velocidad dentro de los límites de operación y disparo.
- 5) El rotor será diseñado para operar como mínimo 10% de la velocidad de disparo a la temperatura de operación.
- 6) Las flechas serán de acero forjado de una sola pieza y con los tratamientos térmicos adecuados de acuerdo al material empleado.
- 7) Los cojinetes radiales y de empuje, así como sus conchas o camisas deberán ser removibles y deberá preverse que no afecte el alineamiento de la flecha de la turbina al ser cambiados o revisados dichos cojinetes.
- 8) Cuando se especifique que la turbina va a trabajar a la intemperie, deberá protegerse contra polvo, lluvia, humedad y materias extrañas.
- 9) Los sellos exteriores de la flecha podrán ser de anillos de carbón o laberintos o una combinación de ambos.

- 10) Las turbinas deberán llevar aislamiento y chaqueta para protección del personal, procurando mantener la temperatura exterior abajo de 40°C.

Todo lo anterior da una idea del tipo de equipo que se solicita, lo cual al parecer no está fuera de las posibilidades de fabricación en México.

Los rangos de operación y características generales de las turbinas de vapor de impulso, que se encuentran en el margen de potencias de 1,000 a 10,000 Hp, son a grandes rasgos los mostrados en la tabla I.1

TABLA 1.1

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS TURBINAS DE VAPOR DE IMPULSO.

Potencia	1,000 a 3,000 HP	3,000 a 10,000 HP
Presión de Entrada Máxima	700 psig.	700 psig.
Presión de Salida Máxima	125 a 375 psig.	300 a 400 psig.
Temperatura de Entrada Máxima	750°F	825°F
Velocidad	800 - 7,350 rpm.	2,500 - 10,000 rpm.
Número de etapas	1	2 a 9
Diámetro del rodete	18 a 28 pulg.	20 a 29 pulg.
Tamaño de la Tobera	2 a 6 pulg.	6 a 8 pulg.
Tamaño de la Descarga	8 a 12 pulg.	12 a 42 pulg.
Gobernador	NEMA "A" o "D"	NEMA "A" o "D"
Material Carcaza	A-216 Gr WCB	A-216 Gr WCB A-217 Gr WCI
Material Interiores	AISI 403, 4140, 4340.	AISI 403, 405, 410, 4140, 4340.
Peso Aproximado	600 a 2000 Kg.	2,000 a 8,000 Kg.

II ESTADÍSTICAS DE LAS ADQUISICIONES HECHAS POR PEMEX.

La estadística de las turbinas adquiridas por PEMEX está referida en este estudio, al periodo 1972-1978.

Las turbinas que constituyen la demanda pertenecen a las construidas en ese periodo, e incluye también a las que terminan su construcción en el periodo 1979-1982, pero que ya adquirieron los equipos correspondientes.

En los sectores de Explotación y Transporte y Distribución, no existe demanda de turbinas de vapor, debido a que en estos, se emplean únicamente turbinas de gas.

Se puede estimar que del total de turbinas adquiridas, el porcentaje de turbinas de gas es de un 60 a 65 %, esto ha sido motivado en los últimos años por la apertura de nuevos pozos que a su vez requieren de líneas de transporte y distribución, las cuales en su mayoría emplean turbinas de gas.

En este capítulo se proporcionan las listas de las plantas incluidas en la demanda, pertenecientes a cada sector.

Para este trabajo se han tomado en cuenta, no solo las turbinas de vapor cuyas potencias se encuentran entre los 1,000 y 10,000 HP, sino también aquellas de características mayores (más de 10,000 HP).

En una forma global, se presenta en la tabla 11.2, la demanda de turbinas de vapor adquiridas por sector, en donde se observa, que el área

petroquímica requiere la mayor parte de este tipo de equipos, representando a la fecha el 73 % del total.

Con relación a las turbinas de vapor de potencia superior a los 10,000 HP, el sector petroquímico representa el 100 % de las adquisiciones.

En las tablas II 2A y B se muestra la localización de los equipos adquiridos por PEMEX, de acuerdo con sus potencias. Se puede observar que dentro del rango de potencias de 1000 a 10,000 HP, las de mayor demanda son las de 1,000 a 2,000 HP, las cuales representan el 67 % del total de este sector.

Los centros donde se han suministrado la mayor parte de las turbinas de este tipo son Cosoleacaque, La Cangrejera y Salamanca, con un 23, 15 y 15 %, respectivamente, de participación.

Con relación a las turbinas de vapor de mayor potencia se observa que las incluidas en el rango de 10,000 a 13,000 HP de potencia, son las de mayor demanda en PEMEX (30 %).

En este sector, es Cosoleacaque, también el centro donde se han adquirido la mayor parte de estas turbinas, representando el 30% del total.

En la tabla II.3, se muestran las adquisiciones anuales de estos equipos de acuerdo al tipo de servicio de la turbina, observándose que como accionadora de compresores, las turbinas de vapor son

empleadas en un 53 % , mientras que para las bombas representan -
el 46 % y para los generadores el 2 % .

Con relación al incremento de la demanda, se puede concluir que es es
ligero pero constante, y se puede estimar en un 7 % anual.

Las tablas II.4 A y B muestran los equipos adquiridos por PEMEX ,
de acuerdo al tipo de planta, en donde se observa que las plantas de
Amoníaco han demandado la mayor parte, que implica el 47 % del -
total de las adquisiciones en la rama petroquímica y el 34% del total
de PEMEX.

En el sector refinación, son las plantas Hidrodesulfuradoras las -
que han adquirido la mayor parte de las turbinas de vapor, y repre-
sentan el 41 % del total de la demanda de este sector.

Con relación a la demanda nacional, se estima que PEMEX adque-
re entre un 75 y 80 % del monto global de las turbinas de vapor re-
queridas en el país.

El origen de estos equipos es totalmente extranjero y los porcenta-
jes de importación se estiman en 70 % para los proveedores ameri-
canos, 20 % para los europeos y el restante 10 % para los japone-
ses.

Por lo que respecta a las inversiones realizadas por Petróleos --
Mexicanos en sus diferentes sectores, para este tipo de equipo, -
en el periodo de 1972-1978, se proporciona en la tabla II.5 un des

glose general de la erogaciones por sector de PEMEX.

En la tabla II.5 se muestra que la mayor inversión la presentan las turbinas con potencia mayor a los 10,000 HP, lo cual es motivado por la complicada elaboración de estas unidades.

El sector petroquímica, de acuerdo con los datos de la tabla II.5, ha invertido 337,150,000 pesos en la adquisición de turbinas de vapor, lo cual representa el 85 % del monto total erogado por PEMEX.

LISTA DE PLANTAS INCLUIDAS EN LA DEMANDA DE PEMEX EN EL
 PERIODO 1972 - 1978.

<u>REFINACION</u>	<u>CAPACIDAD EN B/D</u>
<u>Cadereyta, Nuevo León.</u>	
Destilación Primaria.	100,000
Destilación Primaria	135,000
Hidrosulfuradora de Naftas	36,000
Hidrosulfuradora de Destilados Intermedios.	25,000
Hidrosulfuradora de Destilados Intermedios.	25,000
Reformadora de Naftas.	20,000
<u>Cd. Madero, Tamaulipas.</u>	
Hidrosulfuradora de Destilados Intermedios.	25,000
<u>Minatitlán, Veracruz.</u>	
Fracionadora de Hidrocarburos	75,000
Hidrosulfuradora de Naftas.	25,000
Hidrosulfuradora de Destilados Intermedios	25,000
Reformadora de Naftas.	20,000
<u>Salamanca, Guanajuato.</u>	
Destilación Primaria	110,000
Hidrosulfuradora de Naftas.	25,000
Reformadora de Naftas.	16,800
<u>Salina Cruz, Oaxaca.</u>	
Destilación Primaria	170,000
Hidrosulfuradora de Naftas.	25,000
Hidrosulfuradora de Destilados Intermedios	25,000

Hidrosulfuradora de Destilados Intermedios	25,000
Reformadora de Naftas.	20,000

Tula, Hidalgo.

Destilación Primaria	150,000
Hidrosulfuradora de Naftas	36,000
Hidrosulfuradora de Destilados Intermedios	25,000
Hidrosulfuradora de Destilados Intermedios	25,000
Reductora de Viscosidad	41,000
Reformadora de Naftas.	30,000

LISTA DE PLANTAS INCLUIDAS EN LA DEMANDA DE PEMEX EN EL
 PERIODO 1972 - 1978.

<u>PETROQUIMICA.</u>	<u>CAPACIDAD EN T/A.</u>
<u>Cactus, Chiapas.</u>	
Recuperadora de Licuables	500 (MMPCD)
Recuperadora de Licuables	500 (MMPCD)
<u>Cd. Madero, Tamaulipas</u>	
Butadieno	55,000
<u>Cosoleacaque, Veracruz</u>	
Amoniaco	300,000
Amoniaco	445,000
Amoniaco	445,000
Amoniaco	445,000
<u>Cunduacán, Tabasco</u>	
Etileno	500,000
<u>La Cangrejera, Veracruz.</u>	
Compuestos Aromáticos	1,335,000
Etileno	500,000
Oxígeno	200,000
Oxido de Etileno	100,000
Polietileno de A.P.	240,000
Reformadora B.T.X.	370,000
Tratadora y Fraccionadora de HC.	102,000 (BPD)
<u>Salamanca, Guanajuato.</u>	
Amoniaco	300,000
Amoniaco	445,000
<u>San Martín, Texmelucan, Puebla</u>	
Metanol	150,000

Pajaritos, Veracruz.

Cloruro de Vinilo	70,000
Dicloroetano	71,500
Percloroetileno	8,000

Poza Rica, Veracruz.

Etileno	182,000
Recuperadora de Licuables	287,300
Poli-etileno de A.P.	70,000

TABLA II.1

TURBINAS DE VAPOR ADQUIRIDAS POR SECTOR DE PEMEX EN EL PERIODO 1972 - 1978.

SECTOR	POTENCIA ENTRE 1000 y 10,000 HP	POTENCIA MAYOR A 10,000 HP
<u>Refinación</u>		
Plantas	59	----
<u>Petroquímica</u>		
Plantas	111	40
Servicios Auxiliares	5	----
Total	175	40

TABLA. II. 2.A.

DEMANDA DE PEMEX EN TURBINAS DE VAPOR CON POTENCIAS ENTRE 1000 y 10,000 HP (PERIODO 1972 - 1978).

AÑO LOCALIZACION	POTENCIA DE LA TURBINA DE VAPOR (H P)							
	1000-2000	2001-3000	3001-4000	4001-6000	6001-7000	7001-8000	8001-9000	9001-10,000
1972								
Cosoleacaque, Ver.	4	2						
Minatitlán, Ver.	6	2						
Pajaritos, Ver.				2		1		1
Poza Rica, Ver.	2							
Tula, Hgo.								
Subtotal	12	4		2	1		1	
1973								
Cd. Madero, Tam.	2	2						
Cosoleacaque, Ver.	9	2						
Minatitlán, Ver.	1							
Pajaritos, Ver.	1							
Tula, Hgo.	1	2		1				
Subtotal	14	6		1				
1974								
Cd. Madero, Tam.		1						1
Cosoleacaque, Ver.	9	2						
La Cangujera, Ver.	2		2					
Minatitlán, Ver.		2		1				
Tula, Hgo.	8							
Subtotal	19	5	2	1				1

TABLA. II. 2 A.

DEMANDA DE PEMEX EN TURBINAS DE VAPOR CON POTENCIAS
ENTRE 1000 y 10,000 HP (PERIODO 1972 - 1978).

(Continuación)

AÑO LOCALIZACION	POTENCIA DE LA TURBINA DE VAPOR (H P)									
	1000-2000	2001-3000	3001-4000	4001-6000	6001-7000	7001-8000	8001-9000	9001-10,000		
1975					1					
Cd. Madero, Tam.	3									
La Cangrejera, Ver.	5									
Salamanca, Gto.	6	2								
Salina Cruz, Oax.	3									2
Sn. Martín Tex. Pue.										
Poza Rica, Ver.		3								
Venta de Carpio. E.D.M.	2									
Subtotal	19	5			1					2
1976										
Cadereyta, N.L.	5									
La Cangrejera, Ver.	6	2				1				1
Salamanca, Gto.	3		1							
Salina Cruz, Oax.	6	2		1						
Subtotal	20	4	1	1		1				1
1977										
Cactus, Chis.		2								
Cadereyta, N.L.	6	2	2							
La Cangrejera, Ver.		2		3						1
Salamanca, Gto.	2									
Subtotal	8	6	2	4						1

TABLA. II. 2 A.

DEMANDA DE PEMEX EN TURBINAS DE VAPOR CON POTENCIAS ENTRE 1000 y 10,000 HP (PERIODO 1972 - 1978).

(Continuación)

AÑO LOCALIZACION	POTENCIA DE LA TURBINA DE VAPOR (H P)							
	1000-2000	2001-3000	3001-4000	4001-6000	6001-7000	7001-8000	8001-9000	9001-10,000
1978								
Cactus, Chis.	1							
Cosoleacaque, Ver.	10	2						
Cunduacán, Tab.	4							
Salamanca, Gto.	10	2						1
Subtotal	25	4						1
Total	117	34	5	9	1	2	5	2

T A B L A II 2B.

DEMANDA DE PEMEX EN TURBINAS DE VAPOR CON POTENCIAS MAYORES
A 10,000 HP (PERIODO 1972 - 1978).

AÑO	LOCALIZACION	POTENCIA DE LA TURBINA DE VAPOR (HP)			
		10,000 - 13,000	13,001 - 16,000	16,001 - 20,000	20,001 - 40,000
1972	COSOLEACAQUE, VER.	2			1
	POZA RICA, VER.	2			
	SUBTOTAL	4			1
1973	COSOLEACAQUE, VER.		2		1
	SUBTOTAL		2		1
1974	COSOLEACAQUE, VER.		2		1
	SUBTOTAL		2		1
1975	LA CANGREJERA, VER.				2
	SALAMANCA, GTO.	2			1
	SN. MARTIN, TEX., PUE.			1	
	SUBTOTAL	2		1	3
1976	POZA RICA, VER.		2		
	SUBTOTAL		2		
1977	CACTUS, CHIS.	6		6	
	SUBTOTAL	6		6	

TABLA II 2B.

DEMANDA DE PEMEX EN TURBINAS DE VAPOR CON POTENCIAS MAYORES
A 10,000 HP (PERIODO 1972 - 1978)

AÑO	LOCALIZACION	POTENCIA DE LA TURBINA DE VAPOR (HP)		
		10,000 - 13,000	13,001 - 16,000	16,001 - 20,000
1978	COSOLEACAQUE, VER		2	1
	CUNDUACAN, TAB.		2	3
	SALAMANCA, GTO.			1
	SUBTOTAL		4	5
	TOTAL	12	10	7
				11

TABLA II.3

DEMANDA DE TURBINAS DE VAPOR DE ACUERDO A SU SERVICIO

(PERIODO 1972 - 1978)

AÑO	TIPO DE ACCIONAMIENTO			TOTAL
	BOMBA	COMPRESOR	GENERADOR	
1972	10	15	---	25
1973	11	13	---	24
1974	19	11	1	31
1975	16	17	---	33
1976	11	17	2	30
1977	6	27	---	33
1978	25	12	2	39
TOTAL	97	113	5	215

TABLA II. 4.A.

DEMANDA DE TURBINAS DE VAPOR POR TIPO DE PLANTA

(PERIODO 1972 - 1979).

SECTOR REFINACION:

PLANTA	POTENCIAS DE LA TURBINA EN H.P.			
	1000 - 2000	2001 - 3000	3001 - 10 000	
Destilación Primaria	10	--	--	--
Hidrosulfuradora de Naftas	5	--	--	--
Hidrosulfuradora de Destilados Intermedios	24	--	--	--
Reformadora de Naftas	2	8		5
Tratadora de Gasolina Natural	3	--	--	--
Reductora de Viscosidad	2	--	--	--
Total	46	8		5

TABLA II. 4. B.

DEMANDA DE TURBINAS DE VAPOR POR TIPO DE PLANTA

(PERIODO 1972 - 1978).

SECTOR PETROQUIMICA :

PLANTA	POTENCIAS DE LA TURBINA EN HP			
	1000 - 3000	3001 - 10,000	10,001 - 15,000	15,001 - 40,000
Amoniaco	56		4	14
Butadieno	5	1		
Compuestos Aromáticos	2			
Derivados Clorados	3			
Etileno	9	2	2	5
Fracccionadora de Hidrocarburos	2			
Metanol	2	2		1
Oxígeno	2	1		
Oxido de Etileno	2	2		
Polietileno de A.P.	2	2		
Recuperadora de Licuables	2	6	8	6
Reformadora BTX.	5	1		
Servicios Auxiliares	7			
Total	99	17	14	26

TABLA II.5

INVERSIONES EN TURBINAS REALIZADAS POR PEMEX

EN EL PERIODO 1972 - 1978

(Cantidades en miles de pesos)

SECTOR	POTENCIA DE LA TURBINA DE VAPOR EN HP.		
	1000 - 3000	3000 - 10,000	10,000 - 40,000
Refinación	43,456	15,049	---
Petroquímica	83,255	108,054	145,841
Total	126,711	123,103	145,841

III

PROYECCIONES DE LAS ADQUISICIONES DE PEMEX
CONFORME A LAS OBRAS PROYECTADAS.

Las obras proyectadas de Petróleos Mexicanos, de acuerdo a la última revisión del plan de inversiones y en las que se encuentran turbinas de vapor del tipo estudiado, se dividen en dos periodos principales.

- A) Obras concluidas en el periodo de 1979-1982.
- B) Obras iniciadas en el periodo de 1979-1982, y concluidas en el sexenio siguiente (1983-1988).

Las adquisiciones de las turbinas de vapor para estas obras, se realizaran en el periodo de 1979 a 1982.

Se muestran más adelante, las listas de las plantas correspondientes a cada periodo.

De acuerdo con el programa de inversiones de PEMEX, se presenta en la tabla III. 1 la demanda proyectada por sector.

En la tabla III. 1, también se incluyen los equipos con potencia superior a los 1000 HP. Los datos mostrados en esta tabla indican que el sector petroquímica será el principal, debido a que requerirá 172 unidades de 245, lo cual equivale al 70% de la demanda proyectada total.

Todas las turbinas de potencia superior a los 10,000 HP serán

solicitadas por el sector petroquímica y se emplearán como accionadoras de compresores.

En la tabla III.2. Se indica la localización de los equipos de acuerdo al centro de trabajo que las requiere.

Lombarda es el centro que requiere la mayor parte de las turbinas de vapor con una cantidad de 93 equipos lo cual representa el 38% del total. Este centro también es el que adquirirá el mayor porcentaje de turbinas con potencia superior a 10,000 HP, debido a que requiere 30 unidades lo cual corresponde al 59 % en esta área.

En las tablas III 3 A y B se muestran las proporciones de adquisición de turbinas, de acuerdo al tipo de planta, en las que se observa que las plantas de amoniaco requieren la mayor parte, tanto en turbinas con potencia entre 1000 y 10,000 HP, como mayores. Los porcentajes correspondientes a las plantas de amoniaco con relación a la demanda proyectada total son 45 % para turbinas de 1000 a 10,000 HP y 47 % para equipos mayores.

En la tabla III.4, se indican las inversiones proyectadas por Petróleos Mexicanos, de acuerdo al rango de potencia, para los diversos equipos por adquirir.

En la tabla III.4 . Se observa que los equipos mayor potencia implicarán el mayor gasto con un 80 % de la inversión total proyectada.

Finalmente, en la tabla III, 5, se proporcionan las erogaciones por sector proyectadas por PEMEX, en donde se observa que los 194 -- equipos por adquirir, con potencia entre 1000 a 10,000 HP, implican prácticamente el mismo gasto que las 51 turbinas mayores.

Las plantas petroquímicas requieren el 47 % de las inversiones proyectadas para turbinas de este tipo.

OBRAS QUE SE INICIAN Y TERMINAN EN EL PERIODO 1979-1982
Y QUE REQUIEREN TURBINAS DE VAPOR MAYORES A 1000 HP.

<u>REFINACION</u>	<u>CAPACIDAD EN B/D.</u>
<u>Cadereyta, Nuevo León</u>	
Reductora de Viscosidad	45,000
<u>Salina Cruz, Oaxaca.</u>	
Reductora de Viscosidad	40,000

OBRAS QUE SE INICIAN EN EL PERIODO 1979-1982 Y SE TERMINAN
EN EL SEXENIO SIGUIENTE Y REQUIEREN TURBINAS DE VAPOR
MAYORES A 1000 HP.

<u>REFINACION</u>	<u>CAPACIDAD EN B/D.</u>
<u>Salina Cruz, Oaxaca</u>	
Destilados Primaria	200,000
Hidrodesulfuradora de Naftas	25,000
Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios (Dos Plantas)	25,000 c/u
Reformadora de Naftas	25,000

OBRAS QUE SE INICIAN Y TERMINAN EN EL PERIODO 1979-1982 Y
QUE REQUIEREN TURBINAS DE VAPOR MAYORES A 1000 HP.

PETROQUIMICA

CAPACIDAD EN T/A.

Cactus, Chiapas.

Fraccionadora de Gasolina Natural	81,000 (BPD)
Recuperadora de Licuables	150 (MMPCD)

Cosoleacaque, Veracruz

Amoniaco	445,000
Amoniaco	445,000

Lombarda, Tabasco

Amoniaco	445,000
Recuperadora de Licuables	500 (MMPCD)
Recuperadora de Licuables	500 (MMPCD)
Recuperadora de Licuables	500 (MMPCD)
Fraccionadora de Gasolina Natural	110,000 (BPD)
Fraccionadora de Gasolina Natural	110,000 (BPD)

Morelos, Veracruz.

Butadieno	100,000
Etileno	500,000
Fraccionadora de Gasolina Natural	110,000 (BPD)
Oxígeno	280,000
Oxido de Etileno	100,000
Propileno	300,000
Oxido de Propileno	80,000
Polipropileno	100,000

Nuevo Laredo, Tamaulipas.

Criogénica (Helio).	80 (MMPCD).
---------------------	-------------

OBRAS QUE SE INICIAN EN EL PERIODO 1979-1982 Y SE TERMINAN EN EL SEXENIO SIGUIENTE Y REQUIEREN TURBINA DE VAPOR MAYORES A 1000 HP.

PETROQUIMICA

CAPACIDAD EN T/A

Lombarda, Tabasco

Butadieno	85,000
Derivados Clorados	882,000
<u>Indefinidas</u>	
Amoniaco	445,000
Amoniaco	445,000
Compuestos Aromáticos	715,500
Ciclohexano	80,000
Oumeno	40,000
Metanol	180,000
Oxido de Propileno	60,000
Polietileno de A.P.	140,000
Polietileno de A.P.	140,000
Propileno	800,000
Polipropileno	60,000
Recuperadora de Licuables	500 (MMPCD).

TABLA III.1

PROYECCION DE LA DEMANDA DE PEMEX EN TURBINAS DE VAPOR
 POR SECTOR, EN EL PERIODO 1979-1982, DE ACUERDO A LAS OBRAS
 PROYECTADAS.

SECTOR	POTENCIA ENTRE 1,000 y 10,000 HP	POTENCIA MAYOR A 10,000 HP
<u>Refinación</u>		
Plantas	16	---
Servicios Auxiliares	--	---
<u>Petroquímica</u>		
Plantas	172	51
Servicios Auxiliares	6	--
Total	194	51

TABLA III.2

LOCALIZACION DE LA DEMANDA PROYECTADA DE PEMEX EN
TURBINAS DE VAPOR CON POTENCIA SUPERIOR A 1000 HP.

(PERIODO 1979 - 1982)

LOCALIZACION	POTENCIA DE LA TURBINA DE VAPOR (H.P.)				
	1000-2000	2001-4000	4001-6000	6001-10,000	10,001-40,000
Cadereyta, Nuevo León	2				
Cactus, Chiapas	1	2	8	8	
Coahuila, Veracruz	19	4			6
Lombarda, Tabasco	20	20	1	1	20
Morelos, Veracruz	11	11	1	4	2
Nuevo Laredo, Tamaulipas	2				
Salina Cruz, Oaxaca	11	2	1		
Indefinidas	20	14	2		13
Total	113	56	10	15	51

TABLA III.3. A

DEMANDA PROYECTADA DE TURBINAS DE VAPOR CON POTENCIA

SUPERIOR A 1000 HP, POR TIPO DE PLANTA

(PERIODO 1979-1982)

SECTOR REFINACION

PLANTA	POTENCIA DE LA TURBINA DE VAPOR (H.P.)		
	1,000 - 2,000	2,001 - 4,000	4,001 - 6000
Destilación Primaria		2	
Hidrodesulfuradora de Naftas		1	
Hidrodesulfuradora de Destilados			
Intermedios		6	
Reductora de Viscosidad		4	
Reformadora de Naftas		2	1
Total		19	1

TABLA III 3. B.

DEMANDA PROYECTADA DE TURBINAS DE VAPOUR CON POTENCIA SUPERIOR
A 1000 HP, POR TIPO DE PLANTA.

(PERIODO 1979 - 1982)

Sector Petrolquímico

PLANTA	POTENCIA DE LA TURBINA DE VAPOUR (HP).		
	1000-2000	2001-4000	4001-10,000
Amoníaco	72	16	24
Butadieno	4	6	2
Ciclohexano	1		
Compuestos Aromáticos	2		
Cumeno	1		
Criogénica (Helio)	2		
Derivados Clorados	1	2	
Etileno	4		1
Fraaccionadora de Gasolina Natural		6	
Metanol	2		2

TABLA III 3.B.

DEMANDA PROYECTADA DE TURBINAS DE VAPOR CON POTENCIA SUPERIOR
A 1000 HP, POR TIPO DE PLANTA. (PERIODO 1979-1982).

(CONTINUACION)

Sector Petroquímica

PLANTA	POTENCIA DE LA TURBINA DE VAPOR (HP)			
	1000-2000	2001-4000	4001-6000	6001-10,000
Oxígeno	1			1
Oxido de Etileno		2	1	1
Oxido de Propileno		4		
Poliuretano de A.P.		4		
Polipropileno	4			
Propileno			4	
Recuperadora de Etano y Licuables			6	6
Servicios Auxiliares	6			
Total	100	54	9	15
				24
				51

TABLA III.4

EROGACIONES PROYECTADAS EN TURBINAS DE VAPOR CON
 POTENCIA MAYOR A 1000 HP, EN EL PERIODO 1970-1982.

(Cantidades en miles de pesos mexicanos)

NUMERO DE TURBINAS	POTENCIA DE LA TURBINA (HP)	COSTO TOTAL	PORCENTAJE DE PARTICIPACION
113	1000 - 2000	220,350	12.75
56	2001 - 4000	308,000	17.82
10	4001 - 6000	100,000	5.79
15	6001 - 10,000	240,000	18.88
51	10,001 - 40,000	660,200	49.78
245		1,728,550	100.00

TABLA III.5

INVERSIONES PROYECTADAS EN TURBINAS DE VAPOR, POR SECTOR,
EN EL PERIODO 1979 - 1982. (Cantidades de pesos mexicanos).

SECTOR	POTENCIA ENTRE 1,000 y 10,000 HP	POTENCIA MAYOR A 10,000 HP
<u>Refinación</u>		
Plantas	46,850	---
Servicios Auxiliares	---	---
Subtotal	46,850	---
<u>Petroquímica</u>		
Plantas	610,300	660,200
Servicios Auxiliares	11,700	---
Subtotal	622,000	660,200
Total	668,850	660,200

IV FABRICANTES NACIONALES

Actualmente en el país, no existen proveedores de este tipo de equipos debido principalmente a que en años pasados no se contaba con la tecnología adecuada para la fabricación de turbinas y los materiales no eran de la calidad requerida.

Uno de los principales problemas, para la elaboración de estas unidades era la forja, debido a que las turbinas son máquinas muy precisas y como para alta potencia es preferible que su rotor sea integrado, se requiere entonces de una mayor tecnología.

Sin embargo, hoy en día ya se pueden fabricar turbinas en México, pues a través de la experiencia obtenida en la elaboración de diversos tipos de bombas, se ha podido llegar a una etapa, en la que el maquinado y la forja son de buena calidad en el país.

Las fundiciones también han sido mejoradas y la gama de aleaciones adquiribles en México ha aumentado, por lo que se prevee por estos aspectos, la posibilidad de fabricar localmente turbinas de vapor.

Solamente Ingersoll Rand, hasta la fecha, se ha interesado en este aspecto y ha programado sus actividades en esta área, proyectando una pequeña planta para fabricación de turbinas, de acuerdo con el diseño de Terry, con la cual piensa cubrir entre un 10 y 15 % de la demanda nacional.

Esta planta se encontrará en funcionamiento a fines de 1979 y funda_
mentalmente será para turbinas que sirvan de accionamiento a ---
bombas, pues la potencia máxima que piensan fabricar es de 1000-
HP.

V **CONDICIONES HABITUALES DE PEMEX PARA LAS COMPRAS
A FABRICANTES.**

Las condiciones por las que fundamentalmente se rigen las compras
de PEMEX son las siguientes:

- 1.- Cobertura completa de las condiciones técnicas básicas del -
equipo.
- 2.- Experiencia técnica del proveedor.
- 3.- Calidad de los materiales.
- 4.- Precio de oferta y validez de la misma.
- 5.- Tiempo de entrega.
- 6.- Garantías del proveedor.
- 7.- Términos de pago.

Con relación a los términos de pago, PEMEX a optado por que se -
haga un solo pago global, debido a que se trata de equipos totalmente
de importación y por lo tanto es preferible asegurarse del cumplimiento
de sus proveedores.

El pago que generalmente se emplea es el de 30 días neto a la pre
sentación de los documentos de embarque del equipo.

También con el objeto de que sus programaciones en costo se cumplan,
PEMEX exige que sus precios no estén sujetos a escalación.

Las garantías deben tener por lo menos la duración de un año y los tiempos de entrega deberán estar dentro del programa de construcción.

VI PRINCIPALES FABRICANTES EN EL EXTERIOR.

Todos los proveedores de PEMEX han sido extranjeros, debido a - que este tipo de máquinas no se fabrican en el país.

Los fabricantes de turbinas de vapor que le han suministrado equipos a PEMEX se dividen en tres grupos principales, de acuerdo con su origen.

- A) Americanos
- B) Europeos
- C) Japoneses

A continuación se presenta una lista de ellos, en orden de importancia con respecto a los equipos adquiridos por PEMEX.

FABRICANTES DE TURBINAS DE VAPOR EN EL EXTRANJERO

AMERICANOS

- 1) Elliott Overseas
- 2) De Laval Turbine, Inc.
- 3) General Electric Company
- 4) Westinghouse Company
- 5) Terry Turbine Company
- 6) Trans Murray Division

- 7) **Coppus Engineering Corporation**
- 8) **Turbodyne Corporation**

EUROPEOS

- 1) **Siemens A.G. (Alemania)**
- 2) **Aktiengesellschaft Kuhnle, Lopp & Kausch (Alemania)**
- 3) **AEG-Kanis Turbinen Fabrik GMBH (Alemania)**
- 4) **Creusot Loire (Francia)**
- 5) **Nuovo Pignone (Italia)**
- 6) **Brown Boveri (Suiza)**
- 7) **Societe Rateau (Francia)**
- 8) **Peter Brotherhood (Inglaterra)**

JAPONESES

- 1) **Mitsubishi Heavy Ind. LTD.**
- 2) **Hitachi LTD**
- 3) **Mitsui Eng. & Shipbuilding Co., LTD.**
- 4) **Ishikaguhima Harima.**
- 5) **Shin Nippon Machinery Co., LTD.**

También se puede realizar otra distinción entre fabricantes, conforme al tipo de turbinas que elaboran. Los proveedores americanos hacen turbinas del tipo impulso o acción y los europeos y japoneses generalmente del tipo de reacción.

Ambos equipos son muy eficientes pero la selección de uno u otro depende básicamente del tipo de planta en que se deseen emplear, ya que las condiciones de operación definen las ventajas y desventajas del tipo de turbina en cada caso.

Es por ello que los fabricantes americanos han provisto el 70% de los equipos adquiridos por PEMEX, pues sus unidades han resultado más económicas y además la ingeniería de diseño de estas plantas no han requerido del empleo de turbinas de reacción.

Por otra parte, los fabricantes europeos han suministrado un 20% del total de las turbinas de vapor solicitadas por PEMEX, que básicamente han sido para servicios de compresión, en donde se han requerido turbinas de reacción.

Finalmente, el 10% restante de la demanda de turbinas de vapor lo han aportado los fabricantes japoneses que fundamentalmente ha provisto a PEMEX turbinas de muy alta potencia.

Dentro del mayor porcentaje de participación, en la introducción de turbinas de vapor en el país están, en primer lugar, Elliott, General Electric, Westinghouse y De Laval, por parte de los

americanos, con un 57 % del total de las adquisiciones de PEMEX, después está Siemens por parte de los fabricantes europeos con un 16 % del total y por último, con un 8 % del total de la demanda están Mitsubishi y Hitachi como proveedores japoneses.

Las turbinas de vapor se emplean como accionamiento de bombas, compresores o generadores y por ello existen ciertos lineamientos que han hecho que los fabricantes elaboren equipos para funciones específicas que pueden señalar una división entre los proveedores, de acuerdo con sus preferencias.

Se proporciona a continuación una lista de los fabricantes de turbinas de vapor, agrupados de acuerdo a sus diferentes ramas.

FABRICANTES DE TURBINAS DE VAPOR CONFORME A SUS ACCIONAMIENTOS

BOMBA, COMPRESOR Y GENERADOR.

- 1) Mitsui Eng. & Shipbuilding Co., LTD.

BOMBA Y COMPRESOR

- 1) Elliott Overseas
- 2) Ishikaguhima Harima

COMPRESOR Y GENERADOR

- 1) General Electric Company
- 2) Westinghouse Company
- 3) De Laval Turbine Inc.
- 4) Siemens, A.G.
- 5) Aktiengesellschaft Kopp & Kausch
- 6) AEG-Kanis Turbinenfabrik GMBH
- 7) Brown Boveri
- 8) Mitsubishi Heavy Ind. LTD.
- 9) Hitachi LTD.

BOMBA

- 1) Terry Turbine Company
- 2) Trane Murray Division
- 3) Coppus, Engineering Corp.

COMPRESOR

- 1) Creusot Loire
- 2) Nuovo Pignone
- 3) Societe Rateau
- 4) Shin Nippon Machinery Co. LTD.
- 5) Peter Brotherhood.

VII PRECIOS DE ADQUISICIONES EN EL EXTERIOR Y PRECIO DE OFERTA EN EL PAIS.

Como ya se ha comentado con anterioridad en este estudio, no existen fabricantes nacionales y por lo tanto los precios de adquisición de estos equipos son exclusivamente precios de importación. A continuación se proporciona una tabla en donde se muestran los costos aproximados de importación de las turbinas de vapor para el año de 1979.

COSTOS APROXIMADOS DE LAS TURBINAS DE VAPOR PARA

1979

POTENCIA (HP)	RANGOS DE PRECIO (Cantidades en miles de Pesos)
1,000	900 - 3,000
2,500	4,000 - 7,000
5,000	9,000 - 13,000
7,500	13,500 - 18,500
10,000	17,500 - 23,500
15,000 - 40,000	25,000 - 45,000

Los precios anteriores incluyen el costo del equipo, las pruebas -

del mismo, sus impuestos y el flete.

Las diferencias tan grandes en precio se deben principalmente al tipo de turbina.

Las del tipo de reacción son generalmente más caras que las de acción pero a diferencia de ello son más eficientes.

Esto ha motivado a que la selección de una turbina no se realice tan solo por su costo de adquisición sino por los costos totales, incluidos en estos los gastos de operación, que la máquina tenga durante su vida útil.

Otro aspecto que crea la diferencia en precios es la tecnología aplicada por cada fabricante en la elaboración de sus equipos, así como los materiales empleados en éste.

Por otra parte, como el gobierno mexicano favorece a los fabricantes nacionales ha fijado un porcentaje de protección para éstos, que aunque no existen actualmente les servirá de aliciente para su introducción en el mercado de estos bienes de capital.

El porcentaje de protección va de un 10 a 15 % arriba del precio de importación y en casos especiales puede llegar incluso a un 20%.

VIII PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS

Debido a que todos los materiales requeridos para las turbinas -
de vapor se pueden adquirir en el país y tomando en cuenta que -
actualmente la forja y fundición nacionales presentan una buena -
calidad, es factible su fabricación en México.

Los principales proveedores de fundición en el país son:

De Acero

Acero Solar, S. A.

Fundidora Monterrey, S. A.

Acero Tepeyac, S. A.

Hojalata y Lámina, S. A.

Altos Hornos de México, S. A.

De Hierro

Fundición Pantitlán, S. A.

Fundidora Monterrey, S. A.

Fundidora Panamericana, S. A.

Fundidora Sigma, S. A.

Y los principales proveedores de forja en México son:

Altos Hornos de México , S. A.

Acero Tepeyac, S. A.

Aceros Anglo, S. A.

Campos Hermanos, S. A.

En la tabla VIII.1, se muestran los materiales usualmente empleados para la fabricación de este tipo de equipos.

Los porcentajes de peso aproximado que representan las diferentes partes de una turbina de vapor se indican en la Tabla VIII.2.

Las erogaciones aproximadas correspondientes a las partes principales de las turbinas de vapor se encuentran en la Tabla VIII.3.

Los costos de la Tabla VIII.3 solo incluyen los gastos inherentes al precio de los materiales y su fundición, por lo que aparecen bajos con relación al costo total del equipo.

Otros gastos que hacen que el precio de la turbina aumente considerablemente son los correspondientes al maquinado y ensamblado del equipo, lo cual prácticamente duplica el costo anterior para turbinas de 1,000 a 3,000 HP y lo triplica para turbinas con potencia entre 3,000 y 10,000 HP.

Debe considerarse además, el costo debido a los moldes para las diversas fundiciones que oscila entre 150,000 a 500,000 pesos - para cada uno, dependiendo del tamaño y complicación de la pieza por fundir.

Las pruebas de fábrica y otras erogaciones más que representan los gastos indirectos y asimismo los de comisión, impuestos y flete se añadirán al costo del equipo que finalmente es bastante elevado.

TABLA VIII.1

MATERIALES DE LAS TURBINAS DE VAPOR

Sección de la Turbina	Potencia	Entre	1000 y 3000 HP	Potencia	Entre	3000 y 10,000 HP
	Especificación ASTM	Nombre Común	Especificación ASTM	Nombre Común		
Carcaza	A-216 Gr. WCB	Acero al carbón	A-216 Gr. WCB	Acero al carbón		
Caja de Vapor	A-217 Gr. WC1	Acero con Molibdeno	A-217 Gr. WC1	Acero con Molibdeno		
Base y Cabezal	A-216 Gr. WCB	Acero al carbón	A-216 Gr. WCB	Acero al carbón		
Descarga	A-278 CL 40	Hierro fundido de alta dureza	A-278 CL 40	Hierro fundido de alta dureza		
Boquillas	AISI-405	Acero Inoxidable con 12% cromo	AISI tipo 403 AISI-405	Acero Inox. con 12% Cr. Acero Inox. con 12% Cr.		
Rodetes	AISI Tipo 410	Acero Inoxidable con 12% Cr.	AISI-4340 A-470 CL 4, 7 u 8	Acero con Cr, Ni y Mo Acero con Cr, Ni Mo y V.		
Flecha	AISI-4340	Acero con Cr, Ni y Mo				
Integrada	A-470, CL4, 7 y 8	Acero con Cr, Ni, Mo y V	A-470, C1 4, 7 u 8	Acero con Cr, Ni, Mo y V.		
	AISI-4340	Acero con Cr, Ni y Mo	AISI-4340	Acero con Cr, Ni y Mo		

Sección de la Turbina	Potencia	Entre	1000 y 3000 HP	Potencia	Entre	3000 y 10,000 HP
	Especificación ASTM	Nombre Común	Especificación ASTM	Nombre Común	Especificación ASTM	Nombre Común
No integrante	AISI-4340	Acero con Cr, Ni y Mo	AISI-4340	Acero con Cr, Ni y Mo.		
Alabes	AISI Tipo 403	Acero Inox. con 12% Cr	AISI Tipo 403	Acero Inox. con 12% Cr.		
Sello	A-179	Acero al carbón	A-179	Acero al carbón		
de laberín	AISI-4340	Acero con Cr, Ni y Mo	AISI-4340	Acero con Cr, Ni y Mo.		
to						
Válvula del	AISI Tipo 408	Acero Inox. con 12% Cr	AISI Tipo 410	Acero Inox. con 12% Cr.		
Gobernador	AISI Tipo 410	Acero Inox. con 12% Cr				
Caja de	A-536 Gr. 60	Hierro dúctil	A-536 Gr. 60	Hierro dúctil		
Chumace-			-45-12			
ras						
Chumace-	SA-265 Gr. C	Acero al carbón	SA-265 Gr. C	Acero al carbón		
ras	B-23 Alloy # 7	Babbitt	B-23 Alloy # 7	Babbitt		

TABLA VIII. 2

PESOS APROXIMADOS DE LAS PARTES DE UNA TURBINA DE VAPOR

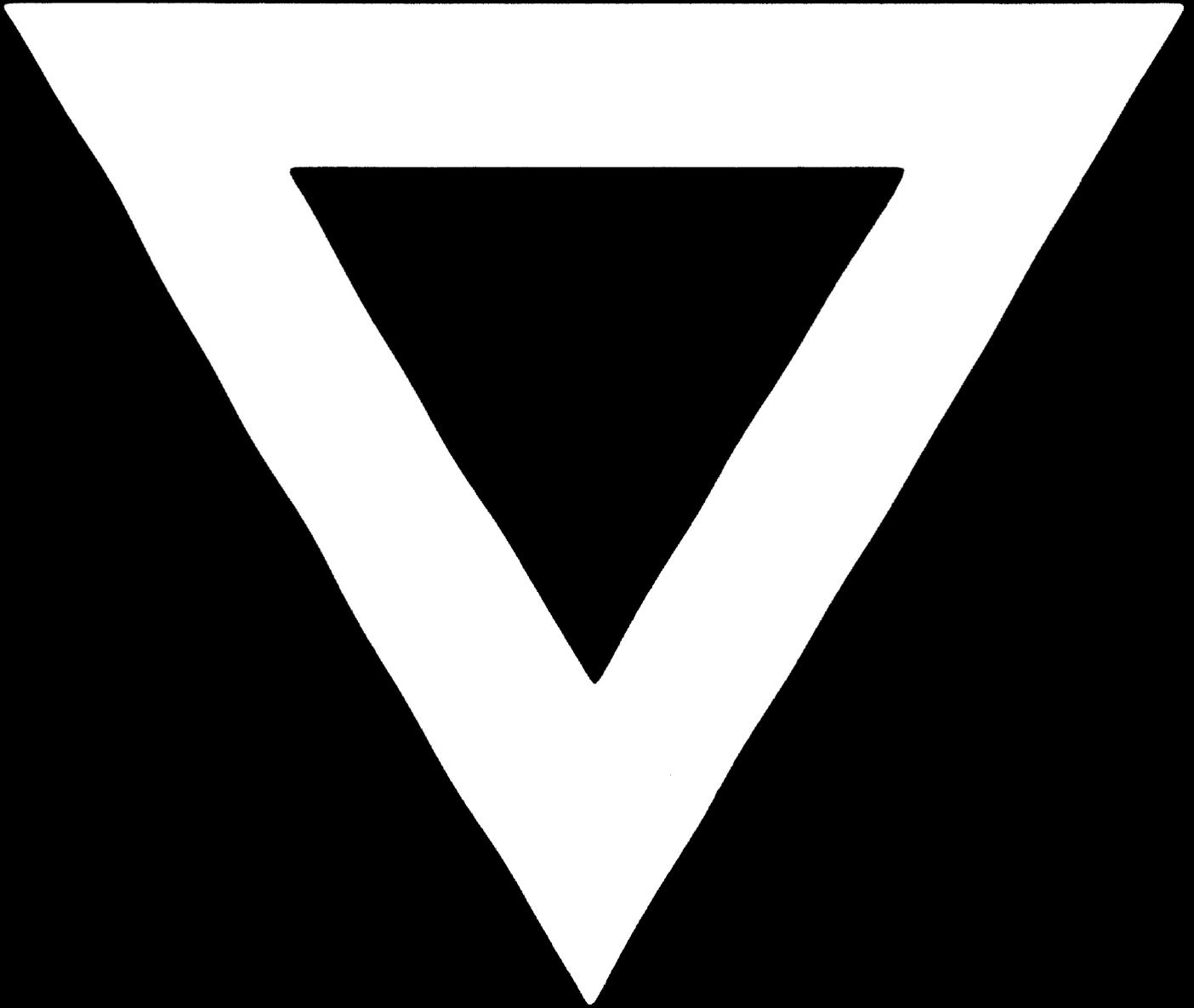
Sección de la Turbina	Potencia entre 1000 y 3000 HP		Potencia entre 3000 y 10,000 HP	
	por ciento	peso (Kg)	por ciento	peso (Kg)
Carcaza	27	540	25	2,000
Rotor	31	620	32	2,560
Flecha	(26)	(520)	(24)	(1,920)
Rodetes	(5)	(100)	(8)	(640)
Caja de Vapor	9	180	7	560
Base y Cabezal	10	200	11	880
Caja de Chumaceras	3.5	70	4	320
Caja de Empaques	1.5	30	3	240
Gobernador	3	60	2	160
Otros	15	300	15	1,260
Total	100	2,000	100	8,000

TABLA VIII. 3

COSTO APROXIMADO EN PESOS DE LAS PRINCIPALES
PARTES DE UNA TURBINA

Sección de la Turbina	Potencia entre 1000 y 3000 HP	Potencia entre 3000 y 10,000 HP
Carcaza	53,000	130,000
Rotor	122,000	293,000
Flecha	(102,000)	(220,000)
Rodetes	(20,000)	(73,000)
Caja de Vapor	19,000	36,000
Base y Cabezal	22,000	57,000
Caja de Chumaceras	26,000	37,000
Caja de Empaques	4,000	17,000
Gobernador	20,000	30,000
Otros	32,000	147,000
Total	300,000	747,000

C-109



80.02.25