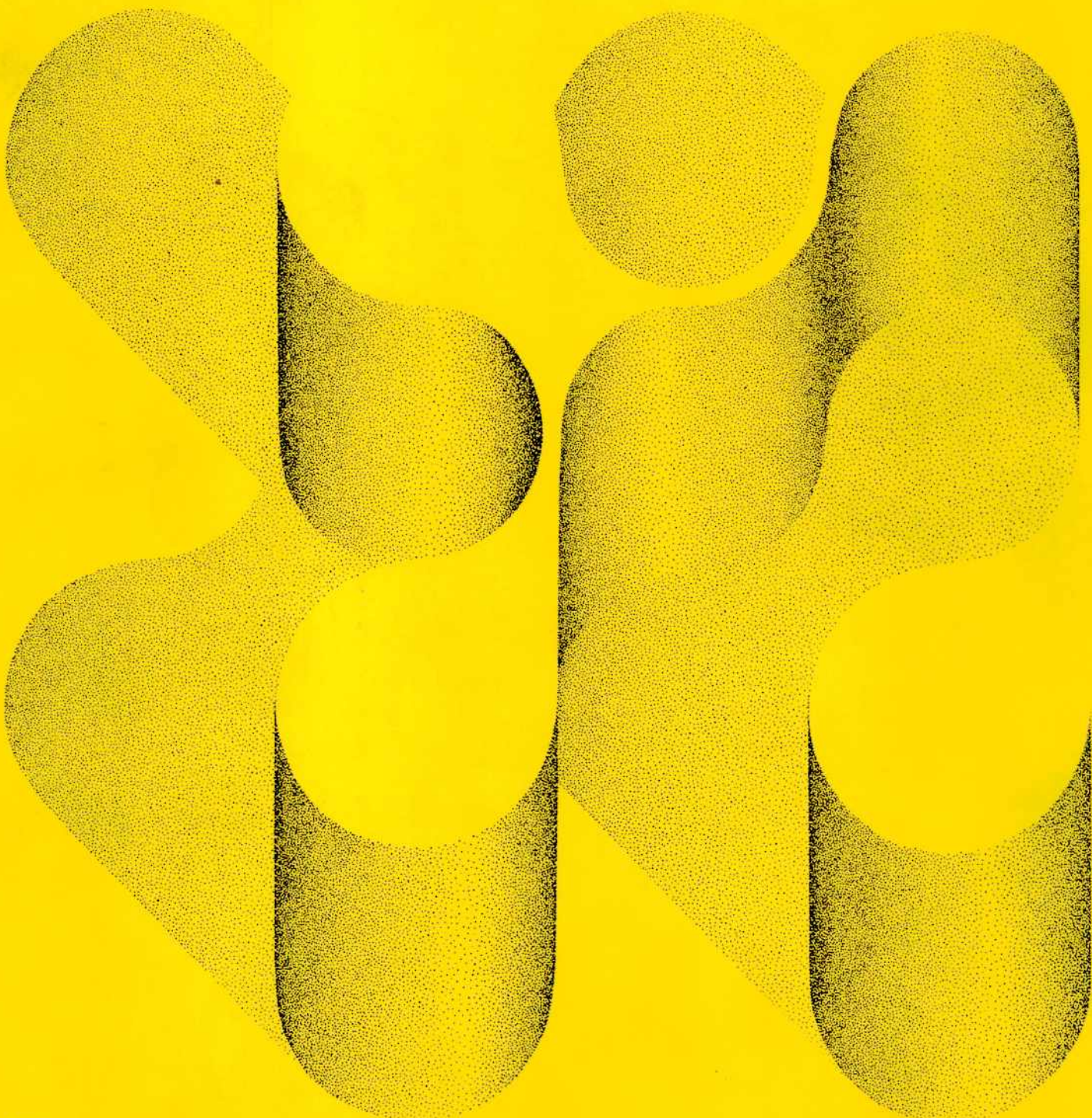


07.75.04

República Argentina
Comisión Nacional
de Energía Atómica

Estudio de factibilidad
de una planta de agua pesada
Volumen I

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1975



REPUBLICA ARGENTINA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

Estudio de factibilidad
de una
planta de agua pesada

VOLUMEN I

1975

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
DE UNA
PLANTA DE AGUA PESADA

T E M A R I O

VOLUMEN I:

PROLOGO

- CAPITULO 1 - SINTESIS Y CONCLUSIONES
- CAPITULO 2 - MERCADO MUNDIAL
- CAPITULO 3 - DEMANDA EN LA REPUBLICA ARGENTINA
- CAPITULO 4 - METODOS DE PRODUCCION
- CAPITULO 5 - SATISFACCION DE LA DEMANDA
- CAPITULO 6 - ANALISIS DE LOCALIZACION
- CAPITULO 7 - PARTICIPACION NACIONAL
- CAPITULO 8 - CRONOGRAMAS
- CAPITULO 9 - ASPECTOS ECONOMICOS-FINANCIEROS
- CAPITULO 10 - MODALIDADES DE CONTRATACION

VOLUMEN II:

- ANEXO I - FUNDAMENTOS FISICOQUIMICOS DEL ENRIQUECIMIENTO ISOTOPICO
- ANEXO II - METODOS DE PRODUCCION

VOLUMEN III:

- ANEXO III - DESARROLLO DE UN METODO DE MEDICION, DEL CONTENIDO DE DEUTERIO EN AGUA NATURAL, MEDIANTE ABSORCION DIFERENCIAL INFRARROJA
- ANEXO IV - DETERMINACION DEL CONTENIDO DE DEUTERIO EN AGUAS SUPERFICIALES ARGENTINAS
- ANEXO V - ANALISIS QUIMICO DE AGUAS SUPERFICIALES ARGENTINAS
- ANEXO VI - ENTORNO FISIOGRAFICO-GEOLOGICO
- ANEXO VII - EVALUACION DE LOS EFECTOS POTENCIALES SOBRE EL MEDIO AMBIENTE
- ANEXO VIII - RIESGOS DE UNA PLANTA DE AGUA PESADA
- ANEXO IX - POSIBILIDADES DE PRODUCCION DE ACIDO SULFHIDRICO
- ANEXO X - INTERCONEXION DE UNA PLANTA DE AGUA PESADA A UN REACTOR NUCLEAR
- ANEXO XI - CONSUMOS DE COMBUSTIBLES Y COSTOS DE OPERACION
- ANEXO XII - CLIMATOLOGIA
- ANEXO XIII - TRANSPORTE

PROLOGO

I

La Comisión Nacional de Energía Atómica tiene como uno de sus objetivos generales, crear las condiciones que posibiliten la integración de la energía nuclear al desarrollo energético nacional.

La instalación de centrales nucleares de uranio natural-agua pesada es la solución adoptada para cumplimentar tal requerimiento.

De esta decisión surge la exigencia de crear las condiciones que permitan alcanzar una provisión nacional independiente de los bienes y servicios necesarios.

En este marco de referencia se inscribe la creación -en Febrero de 1974- por el Presidente de la Comisión Nacional de Energía Atómica, Contralmirante (RE) D. Pedro Eusebio Iraolagoitia, del Area Agua Pesada, cuyo objeto fundamental es:

"Obtener para el país, a través de la CNEA, la independencia y seguridad en el suministro de agua pesada".

La prosecución de esta meta llevó al Area a establecer un curso de acción cuyas características básicas son:

- a) Instalar una planta industrial que permita satisfacer los requerimientos inmediatos de la demanda; y
- b) Desarrollar la capacidad tecnológica que permita responder integralmente a las necesidades futuras.

Dentro de la ejecución del conjunto de tareas a que obliga el curso de acción enunciado, se encuentra la realización del presente Estudio de Factibilidad.

III

RESPONSABLES

DIRECTOR AREA AGUA PESADA

Dr. Gerardo José VIDELA

COORDINADOR GENERAL

Ing. Aníbal Daniel NÚÑEZ

EQUIPO TECNICO

Lic. Adalberto RODRIGUEZ GIAVARINI

Ing. Carlos Edgardo LUMBARDO

Dr. Rubén Fernando CRETELLA

Lic. Eduardo STROPPOLO

Ing. Armando GOMEZ

Tco. Miguel Alberto ARANDA

Dr. Marcelo Antonio MOLINARI

Dr. Enrique Aldo ROJO

Dr. Moisés BOTBOL

EQUIPO AUXILIAR Y ADMINISTRATIVO

Sr. Carlos Enrique ANSELMI

Sta. Ana Teresa BRONTE

Sr. Roberto Julio di PASQUO

Se destaca la colaboración de todo el personal del Area en función de sus tareas específicas, en particular el Dr. Juan Carlos MASOTTA, Dr. José BOTBOL y el Dr. Alberto Hernán LAMIRATTO

IV

AGRADECIMIENTOS

1.- OTRAS AREAS DE LA COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

Varios especialistas contribuyeron asesorando y realizando distintas tareas vinculadas con los temas que en cada caso se citan:

- Ing. Hugo E.SARRAILLET. Asistió sobre los lineamientos generales del estudio, especialmente sobre aspectos energéticos, técnico-económicos y de emplazamiento.
- Dr. Carlos Teodoro FRIZ. Elaboró el informe fisiográfico-geológico de la zona del Neuquén (Anexo VI).
- Lic. David CANCIO. Actuó como responsable de los estudios de evaluación de los efectos potenciales sobre el medio ambiente (Anexo VII), en el que participaron el Lic. Nicolás A.MAZZEO, Lic.Norberto R. CIALLELLA y Lic. Mónica BRICELJ.
- Grupo Asesor en Caminos de la CNEA, integrado por el Ing. Julio C. OJEDA y el Sr. Gustavo PALOMEQUE, conjuntamente con el Ing. Luis J. GASTAMINZA perteneciente a la Dirección Nacional de Vialidad. Elaboraron el estudio sobre Transporte (Anexo XIII), realizando el relevamiento de los itinerarios posibles hasta Arroyito (Provincia del Neuquén).
- Dr. Enrique D'ALESSIO, Dr. Hernán BONADEO y Lic. Stília KARANAEV de DEL CARRIL. Aportaron su trabajo de desarrollo de un método de medición del contenido de Deuterio en agua natural (Anexo III). Realizaron los análisis isotópicos de aguas superficiales con la colaboración del Sr. Horacio H. MORI.

2.- AUTORIDADES, ORGANISMOS Y EMPRESAS NACIONALES

Se agradece el apoyo brindado por las autoridades de la Provincia del Neuquén, en particular a:

- S.E. el Señor Gobernador D. Felipe SAPAG
- Sr. Ministro de Economía Ing. Pedro SALVATORI
- Sr. Subsecretario del Consejo de Planificación y Desarrollo del Neuquén, Lic. Alberto FERNANDEZ
- Sr. Director de la Casa del Neuquén en Buenos Aires, D. Juan Carlos COUMET.

Organismos Oficiales y Empresas Nacionales

- Empresa Agua y Energía Eléctrica
- Agua y Energía Eléctrica de la Provincia del Neuquén
- Consejo de Planificación y Desarrollo del Neuquén
- Dirección General de Fabricaciones Militares
- Dirección de Hidráulica de la Provincia de Córdoba
- Dirección Nacional de Vialidad
- Dirección Provincial de Vialidad del Neuquén
- Gas del Estado
- HIDRONOR S.A.
- Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
- Obras Sanitarias de la Nación
- Secretaría de Estado de Desarrollo Industrial
- Secretaría de Estado de Energía
- Servicio Meteorológico Nacional

VI

- Universidad Nacional del Comahue
- Yacimientos Carboníferos Fiscales
- Yacimientos Petrolíferos Fiscales

3.- EMPRESAS PRIVADAS

- Behrendt Mattel S.A.C.I.
- Calderas Salcor-Caren S.A.
- Degremont Argentina S.A.
- DUCILO S.A.I.C.
- ESSO S.A. Petrolera Argentina
- Petrosur S.A.I.C.
- Química Hoechst S.A.I.C.
- Reysol S.A.F.I.I.A. y M.
- Shell. Cfa.Argentina de Petróleo S.A.
- Sniafa S.A.I.C.F.I.
- Sulzer Hnos. S.A.C.I.
- Sybron Interamericana S.A.I.C.

4.- ORGANISMOS INTERNACIONALES Y EXTRANJEROS

- Centro de Estudios Nucleares de Saclay - Departement de Recherche et Analyse - C.E.A., Francia
- Chalk River Nuclear Laboratories - Chemistry and Materials Division - AECL, Canadá
- Organismo Internacional de Energía Atómica. OIEA

5.- EMPRESAS PRIVADAS DEL EXTRANJERO

- Canatom Mon Max (Canadá)
- Friedrich Uhde GMBH (R. Federal de Alemania)
- Linde Aktiengesellschaft (R. Federal de Alemania)
- Sulzer Brothers Ltd. (Suiza)
- The Lummus Company (EE.UU.)
- The Lummus Company Canada Limited (Canadá)

6.- DISEÑO DE TAPA

- Gustavo G. PEDROZA

CAPITULO 1

Síntesis y conclusiones

Es objeto del presente trabajo analizar la factibilidad de la instalación de una planta industrial de agua pesada en la República Argentina.

Para ello se efectúa el estudio del mercado mundial que permite cuantificar todos los requerimientos del producto y la forma en que estos son satisfechos. Es decir, se llega a contar con los valores de la oferta y demanda agregadas a nivel mundial. Ambas se hallan en equilibrio puesto que los productores satisfacen los propios planes nucleares de equipamiento, siendo excedente en el mercado sólo la oferta estadounidense (Planta Savannah River, 150/180 t/a, 20 años de antigüedad).

La demanda de agua pesada en nuestro país es calculada en función de las pautas establecidas en el Plan Nuclear 1975-1985 de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Para satisfacer los requerimientos nacionales se acotó el valor posible del módulo de producción entre las 250 y las 500 toneladas anuales.

El análisis de los métodos de producción, por su parte, lleva a establecer como el más recomendable el del intercambio isotópico ácido sulfhídrico/agua.

De la conjunción de cantidades demandadas y métodos de producción surge un curso de acción que consiste básicamente en construir una planta que utilice el método mencionado y que produzca aproximadamente 400 toneladas anuales. También se concluyen la fecha límite para la iniciación de la obra y el momento de nuevas evaluaciones de futuras alternativas.

Contándose con la información de método y módulo de producción, el paso siguiente es determinar el lugar geográfico en que se ubicará la planta. Ello se realiza en el Análisis de Localización que el establece el Área Río Limay y Río Paraná, variantes Rosario y Zárate, como las más favorables en primer y segundo lugar, respectivamente.

La microlocalización finaliza seleccionando la localidad de Arroyito en la Provincia del Neuquén, como el emplazamiento óptimo.

Siendo uno de los objetivos prioritarios lograr un alto grado de par-

ticipación nacional, se formula una estimación de los suministros que puede aportar la industria argentina a la construcción de la planta. Las primeras conclusiones expresan un límite mínimo cercano a la mitad del monto total.

La ubicación temporal de todas las tareas necesarias se establece en los Cronogramas. Sumados los períodos de Contratación y Construcción se puede observar que es alrededor del año 1981 el momento inicial de producción.

Las consideraciones económicas-financieras que se centran en el estudio de la solución técnica propuesta permiten deducir que el costo unitario de producción es absolutamente competitivo, aún no contabilizando a su favor la independencia del suministro.

En cuanto al análisis financiero, demuestra que si se logran las condiciones normales que se establecen como hipótesis, la inversión puede realizarse sin aumentar, de manera sensible en el corto plazo, la presión sobre la necesidad de recursos presupuestarios en moneda nacional o extranjera.

Por su parte, un estudio de las modalidades de contratación del mercado internacional permiten observar las condiciones vigentes en la plaza a Abril de 1975.

En último término, se anexan los estudios que permiten la fundamentación detallada de los enunciados de cada uno de los capítulos.

Conclusiones:

La instalación de una planta de agua pesada en la República Argentina es factible técnica, económica y financieramente.

El método adecuado es el de intercambio isotópico ácido sulfhídrico/agua y con un nivel de producción del orden de las 400 toneladas anuales.

El emplazamiento más conveniente es el de la localidad de Arroyito, Provincia del Neuquén.

La construcción se deberá iniciar a mediados de 1976 para poder comenzar la etapa productiva en 1981.

Se puede asegurar un costo competitivo de acuerdo a las condiciones vigentes en el mercado, así como favorables condiciones financieras.

La participación de la industria nacional alcanzará como mínimo un 48% del valor total del proyecto.

CAPITULO 2

Mercado mundial

C A P I T U L O 2

I N D I C E

2.1.	PRODUCCION	2-1
2.1.1.	NORUEGA	2-1
2.1.2.	ESTADOS UNIDOS	2-1
2.1.3.	INDIA	2-1
2.1.4.	CANADA	2-2
2.2.	DEMANDA	2-2

TABLAS

2-1	Plantas de Agua Pesada
2-2	Plan Nuclear Canadiense (1976-1985)

2.1. PRODUCCION

En la actualidad, los principales países productores de agua pesada son: Noruega, Estados Unidos, India y Canadá (Tabla 2-1).

Se describirá en forme resumida los rasgos principales que caracterizan la producción de cada uno de ellos.

2.1.1. NORUEGA

Este fue el primer país que logró obtener agua pesada en escala industrial. Su producción actual es de 20 t/a y utiliza el método electrolítico combinado con intercambio químico vapor de agua/hidrógeno.

2.1.2. ESTADOS UNIDOS

La planta ubicada en Savannah River es actualmente la única en operación. Utiliza el procedimiento de intercambio químico ácido sulfhídrico/agua para el enriquecimiento inicial y el de destilación para el enriquecimiento final.

La máxima capacidad de producción alcanzada por esta planta fue de 450 t/a, actualmente opera solo la tercera parte produciendo de 150 a 180 t/a.

2.1.3. INDIA

Dos plantas en funcionamiento y tres en construcción ubicarán a este país como el segundo productor mundial de agua pesada.

Desde 1962 la planta de Nangal, está produciendo 14 t/a por destilación de hidrógeno.

A fines de 1974 fue puesta en servicio la planta de Baroda, acoplada a una planta de fertilizantes, que utiliza el método monotérmico de intercambio químico entre amoníaco e hidrógeno. La producción de diseño es de 67 t/a.

Se encuentran en construcción, dos plantas acopladas a fábricas de amoníaco: la de Tuticorin, similar a Baroda, de 71 t/a y la de Talcher, de 62,5 t/a que empleará el procedimiento de intercambio bitérmico amoníaco/hidrógeno.

Otra planta en construcción, la de Kota, proveerá 100 t/a de agua pesada, utilizando el proceso de intercambio ácido sulfhídrico/agua.

La puesta en marcha de las últimas plantas mencionadas se efectuarán en 1976. Desde ese momento la India tendrá una capacidad superior a las 300 t/a.

2.1.4. CANADA

En la actualidad es el primer productor mundial de agua pesada, basando toda su tecnología en la utilización del intercambio químico ácido sulfhídrico/agua.

Tiene en operación desde 1970, la planta de Port Hawkesbury con una capacidad de 400 t/a y desde 1973 la planta de Bruce A de 800 t/a

Se halla en remodelación la planta de Glace Bay de 400 t/a que comenzará a operar en 1975.

En construcción están las plantas Bruce B, C y D y la de La Prade de 800 t/a cada una que entrarían en funcionamiento alrededor del año 1979.

De esta forma Canadá elevará su actual producción nominal de 1.200 t/a a 4.800 t/a hacia fines de esta década.

2.2. DEMANDA

La demanda mundial de agua pesada se origina fundamentalmente en los requerimientos de los reactores nucleares que utilizan este fluido como moderador y/o refrigerante.

En el caso canadiense se observa un ambicioso plan de instalación de plantas de agua pesada. Esto se debe fundamentalmente a que dicho país

TABLA 2-1

PLANTAS DE AGUA PESADA

P A I S	LOCALIDAD	AÑO	PRODUCCION NOMINAL t/a	CONSTRUCTOR	M E T O D O
NORUEGA	<u>Rjukan</u>	1934	10/20	Norsk-Hydro Electrisk	Electrolítico combinado con intercam- bio químico H_2O/H_2
ESTADOS UNIDOS	<u>Savannah River</u>	1952	150/180	Girdler/ Dupont/ Lummus	Intercambio Químico H_2S/H_2O
INDIA	<u>Nangal</u>	1962	14	Linde/Depto. Energ. Atómica - (Gob. India)	Destilación de H_2 Intercambio Químico NH_3/H_2 :
	<u>Baroda</u> , Gujrat	1974	67	GELPRA/Depto. Energía Atómica (Gob. India)	-Monotérmico
	Tuticorín	1976	71	GELPRA/Depto. Energía Atómica (Gob. India)	-Monotérmico
	Talcher	1976	62,5	UHDE/Depto. Energía Atómica (Gob. India)	-Bitérmico
	Kota	1976	100	Depto. Energía Atómica (Gob. India)	Intercambio Químico H_2S/H_2O
CANADA	<u>Port Hawkesbury</u>	1970	400	Lummus/CGE	Intercambio Químico H_2S/H_2O
	<u>Bruce A</u>	1973	800	Lummus/CGE	Idem anterior
	Glace Bay	1975	400	Canatom Mon Max (reconstrucción)	Idem anterior
	Bruce B, C y D	1979	3 x 800	Lummus/CGE	Idem anterior
	La Prade (Gentilly)	1979	800	Canatom Mon Max	Idem anterior

NOTA: Las plantas cuyos nombres han sido subrayados están en funcionamiento

ha desarrollado la tecnología de los reactores nucleares PHW, tipo CANDU que utilizan para su funcionamiento uranio natural y agua pesada.

El Plan Nuclear Canadiense 1976-1983 (Tabla 2-2) muestra como se distribuirán las 15 centrales en esos ocho años.

TABLA 2-2

PLAN NUCLEAR CANADIENSE (1976-1983)

AÑO	CENTRAL	MWe
1976	Bruce GS-A2	750
1977	Bruce GS-A1	750
1978	Bruce GS-A3	750
1979	Gentilly 2	640
1979	Bruce GS-A4	750
1980	Pickering GS-B5	500
1981	Bruce GS-A5	750
1981	Pickering GS-B6	500
1981	Pickering GS-B7	500
1982	Bruce GS-B6	750
1982	Pickering GS-B8	500
1982	Darlington GS-A1	750
1983	Bruce GS-B7	750
1983	Darlington GS-A2	750
1983	Bruce GS-B8	750

La instalación de estos reactores obliga a Canadá a prever la disponibilidad de agua pesada necesaria para la carga inicial de los mismos (0,7 t/MWe instalado), como así también stocks de reservas para las pérdidas previstas (1% anual para cada reactor) y stocks por imprevistos (20% del inventario total).

Por otra parte Canadá ha contraído compromisos internacionales de

suministro de reactores nucleares y/o cargas de agua pesada. En algunos casos dichos compromisos ya han sido definidos, tal como el de la República Argentina.

De cualquier modo, lo que se infiere es que la producción de agua pesada canadiense será absorbida totalmente por sus propios planes.

Una situación similar presenta la India, cuya producción está dirigida a satisfacer sus necesidades internas.

En síntesis, el mercado mundial de agua pesada presenta a Canadá como el más importante productor, mientras que Estados Unidos e India le siguen en importancia aunque con niveles de producción sensiblemente inferiores. De los tres, solamente Estados Unidos no tiene comprometida su oferta en equipamientos nucleares propios.

Esta situación conduce, a todo país que haya optado por la línea de reactores que operen con uranio natural y agua pesada, a encarar la producción interna para poder alcanzar niveles confiables de abastecimiento regular.

CAPITULO 3

Demanda en la República Argentina

C A P I T U L O 3

I N D I C E

3.1.	INTRODUCCION	3-1
3.2.	DEMANDA DE AGUA PESADA	3-2
3.2.1.	HIPOTESIS DE TRABAJO	3-2
3.2.2.	CALCULO DE LA DEMANDA DE AGUA PESADA	3-2
3.3.	CONSIDERACIONES PREVIAS SOBRE EL MO- DULO DE PRODUCCION	3-3
3.3.1.	ESTIMACION DEL NIVEL MINIMO DE PRO- DUCCION	3-3
3.3.2.	ESTIMACION DEL NIVEL MAXIMO DE PRO- DUCCION	3-3

CUADROS

3-1	Demanda de Agua Pesada en la República Argentina (Compra carga Central Nuclear II)
3-2	Demanda de Agua Pesada en la República Argentina (Devolución carga Central Nuclear II)

FIGURAS

3-1	Demanda de Agua Pesada
-----	------------------------

3.1. INTRODUCCION

La demanda de agua pesada en la República Argentina, se debe a los requerimientos provocados por:

- 1.- Centrales Nucleares
- 2.- Reactores de Investigación
- 3.- Nuevas Tecnologías

El marco de referencia del cual surgen las necesidades de suministros a estos tres rubros, está descripto en el Plan Nuclear 1975-1985 de la Comisión Nacional de Energía Atómica.

Para el rubro 1 el Plan Nuclear fija un cronograma de instalaciones, un tipo de reactor -el PHW de uranio natural/agua pesada- y los módulos respectivos. Ello permite cuantificar los requerimientos de este sector y definirlos en el corto y mediano plazo.

No ocurre lo mismo con respecto a los Reactores de Investigación y Nuevas Tecnologías. En estos casos el Plan Nuclear sólo da ideas sobre orientaciones e indica tendencias.

En consecuencia, es la demanda proveniente de Centrales Nucleares la única que puede fijarse, pero es dable estimar que su satisfacción no sólo permitirá asegurar el suministro nacional de refrigerante y moderador para los reactores de potencia, sino que, por el volumen que esto implica, permitirá absorber también las necesidades provocadas por los rubros 2 y 3.

Por lo expuesto se concluye en centrar el presente estudio en la demanda que surge del campo de las centrales nucleoelectricas ya que la misma se presenta perfectamente definida, es la más significativa cuantitativamente y su satisfacción requiere decisiones en el corto plazo.

3.2. DEMANDA DE AGUA PESADA

3.2.1. HIPOTESIS DE TRABAJO

- 1.- Una central de 600 MW necesita 470 toneladas de agua pesada (incluidas 15 t de reserva)*.
- 2.- La carga de agua pesada deberá estar disponible aproximadamente un año antes de la puesta en funcionamiento de la central nuclear.
- 3.- La reposición anual por pérdidas previstas para cada central se estima en el 1% de la carga inicial. Además, para la Central Nuclear Atucha estas pérdidas empezarán a tenerse en cuenta a partir de 1982, ya que por lo menos hasta entonces, está asegurada la reposición de acuerdo a las existencias de la Central.
- 4.- El agua pesada para la Central Nuclear II se alquila hasta 1988, año en que deberá optarse entre la compra o la devolución de la misma. Esto da origen a dos curvas de demanda de agua pesada en la parte final del período considerado (Figura 3-1).
- 5.- Por lo dicho en 2 y 3 y de acuerdo al plan de instalación de centrales nucleares (Cuadros 3-1 y 3-2) el estudio de demanda se extiende desde 1981 hasta 1989.

3.2.2. CALCULO DE LA DEMANDA DE AGUA PESADA

De acuerdo a las hipótesis anteriores se confeccionaron los Cuadros 3-1 (que supone la compra de la carga de la Central Nuclear II) y el 3-2 (que supone la devolución de la carga inicial de la Central Nuclear II).

En la Figura 3-1 pueden visualizarse los resultados obtenidos en dichos Cuadros (curvas a y b).

* Se tomó como modelo la Central Nuclear en Embalse.

CUADRO 3-1 - DEMANDA DE AGUA PESADA EN LA REPUBLICA ARGENTINA (COMPRA CARGA CENTRAL NUCLEAR II) (TONELADAS)

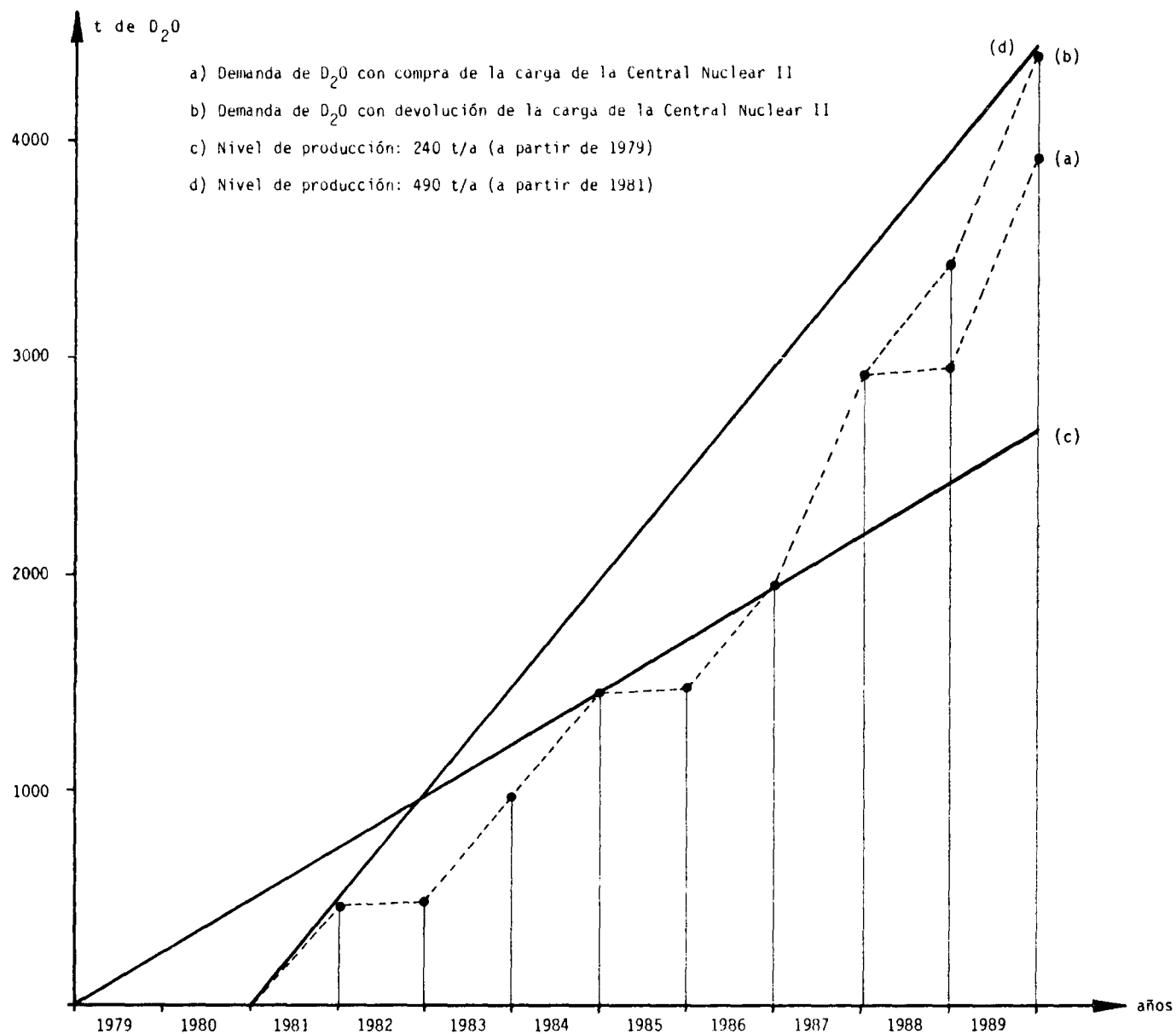
C.N.	AÑO	POTENCIA (MW)	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	TOTALES
I	1974	319			3	3	3	3	3	3	3	3	24
II	1980	600		5	5	5	5	5	5	5	5	5	45
III	1982	600		470		5	5	5	5	5	5	5	505
IV	1984	600				470		5	5	5	5	5	495
V	1985	600					470		5	5	5	5	490
VI	1987	600							470		5	5	480
VII VIII	1988	2 x 600								940		10	950
IX X	1990	2 x 600										940	940
PARCIALES	ANUALES		-	475	8	483	483	18	493	963	28	978	3929
TOTALES	ACUMULADOS		-	475	483	966	1449	1467	1960	2923	2951	3929	

CUADRO 3-2 DEMANDA DE AGUA PESADA EN LA REPUBLICA ARGENTINA (DEVOLUCION CARGA CENTRAL NUCLEAR II) (TONELADAS)

C.N.	AÑO	POTENCIA (MW)	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	TOTALES
I	1974	319			3	3	3	3	3	3	3	3	24
II	1980	600		5	5	5	5	5	5	5	475	5	515
III	1982	600		470		5	5	5	5	5	5	5	505
IV	1984	600				470		5	5	5	5	5	495
V	1985	600					470		5	5	5	5	490
VI	1987	600							470		5	5	480
VII VIII	1988	2 x 600								940		10	950
IX X	1990	2 x 600										940	940
PARCIALES	ANUALES		-	475	8	483	483	18	493	963	498	978	4399
TOTALES	ACUMULADOS		-	475	483	966	1449	1467	1960	2923	3421	4399	

FIGURA 3-1

DEMANDA DE AGUA PESADA



3.3. CONSIDERACIONES PREVIAS SOBRE EL MODULO DE PRODUCCION

Obtenidos los niveles de demanda de agua pesada, el paso siguiente -satisfacción de la demanda- consiste en la elección del método y módulo de producción más conveniente.

Será necesario entonces efectuar una revisión de los métodos de producción, objetivo que se cumple en el capítulo siguiente y con mayor detalle en el Anexo II.

A efectos de contar con una orientación previa se efectúa una estimación del rango de variabilidad del nivel de producción requerido (ver Figura 3-1).

3.3.1. ESTIMACION DEL NIVEL MINIMO DE PRODUCCION

Se efectúa a partir de los datos del Cuadro 3-1 (compra de la carga de la Central Nuclear II), admitiendo que una primer planta entra en funcionamiento en 1979 y una segunda a partir de 1985.

A los efectos de calcular el nivel de producción anual se considera:

$$\text{Nivel de producción anual: } \frac{\text{Demanda total en el período}}{\text{Tiempo de producción}}$$

Donde:

Tiempo de producción (de 1979 a 1984 inclusive): 6 años

Demanda total en el período: 1449 t

Nivel de producción anual(mínimo): 240 t/a. (ver Figura 3-1, curva c)

3.3.2. ESTIMACION DEL NIVEL MAXIMO DE PRODUCCION

Se realiza a partir de los datos del Cuadro 3-2 (Devolución de la carga de la Central Nuclear II), admitiendo que sólo entra en funcionamiento una planta en el período considerado (1981).

CAPITULO 4

Métodos de producción

C A P I T U L O 4

I N D I C E

4.1.	INTRODUCCION	4-1
4.2.	CLASIFICACION DE LOS METODOS	4-1
4.2.1.	INTERCAMBIO ISOTOPICO	4-2
4.2.1.1.	Intercambio isotópico ácido sulfhídrico/agua	4-4
4.2.1.2.	Intercambio isotópico amoníaco/hidrógeno	4-5
4.2.2.	DESTILACION	4-7
4.2.2.1.	Destilación de agua	4-7
4.2.2.2.	Destilación de hidrógeno	4-8
4.2.2.3.	Destilación de amoníaco	4-9
4.2.3.	ELECTROLISIS	4-9
4.2.4.	METODOS POTENCIALES EN DESARROLLO	4-10
4.3.	ANALISIS COMPARATIVO	4-11

TABLAS

4-1	Clasificación de los métodos de producción de agua pesada según la operación fundamental que los caracteriza
4-2	Factores de separación para intercambio isotópico

4-3 Factores de separación por destilación

4-4 Características sobresalientes de los métodos analizados

FIGURAS

4-1 Procesos de intercambio isotópico para la producción
de D_2O

4.1. INTRODUCCION

Se describen los lineamientos básicos de los métodos más importantes de producción de agua pesada y se comparan a los fines de señalar aquellos que resulten aplicables en la República Argentina, de acuerdo a los requerimientos de la demanda formulados en el Capítulo 3. (Un análisis más detallado de los distintos métodos se pueden ver en los Anexos I y II).

Todo compuesto que contenga hidrógeno constituye una fuente potencial de agua pesada. Debido a la baja concentración natural del deuterio, los grados de recuperación de los diferentes métodos, la concentración a la que debe ser llevada para su utilización y los volúmenes necesarios, se hace imprescindible disponer de grandes cantidades de materia prima.

Satisfacer estas condiciones implica pensar solamente en el agua y en algunos hidrocarburos como insumos, siendo la primera la única fuente que puede considerarse ilimitada.

La obtención del agua pesada se logra aprovechando algunas de las diferencias entre las propiedades del deuterio y del hidrógeno (o sus compuestos), razón por la cual el número de métodos posibles es elevado, sin embargo, muy pocos han podido sortear las dificultades que se presentan para llegar a escala industrial.

4.2. CLASIFICACION DE LOS METODOS

La primera clasificación de interés es la que agrupa a los procesos en dependientes (limitados) e independientes en función de la disponibilidad de la materia prima principal.

Los métodos dependientes la comparten con otra planta industrial y en consecuencia su instalación está sujeta a la misma, como también la producción máxima obtenible.

Como ejemplo, se pueden citar los métodos que usan gas hidrógeno como fuente de extracción de deuterio. Dichas plantas deben acoplarse a algún proceso industrial que utilice dicho gas en grandes cantidades, siendo en

la actualidad la síntesis de amoníaco la única que reúne dichas condiciones.

Los procesos independientes, en cambio, utilizan agua como materia prima que les permite no tener limitaciones en este aspecto.

Otra manera de agrupar los distintos métodos es en desarrollados y potenciales. Los primeros incluyen a todos los que han alcanzado como mínimo la etapa de planta piloto y los segundos a los que se encuentran en desarrollo o han sido propuestos sobre la base de datos teóricos o de laboratorio.

Por último, se pueden clasificar según el tipo de operación fundamental en que están basados. (Tabla 4-1).

4.2.1. INTERCAMBIO ISOTOPICO

Entre estos métodos se encuentran los que ofrecen mejores perspectivas de producción en gran escala.

Cuando se ponen en contacto en condiciones adecuadas, dos compuestos hidrogenados, uno de los cuales puede ser hidrógeno, se produce una acumulación preferencial del deuterio en uno de ellos. Se puede definir entonces un factor de separación α , variable a veces con la temperatura, que mide la magnitud de esta reacción (Anexo I). Cuando este factor es grande y la velocidad de reacción es adecuada, el sistema puede resultar conveniente para la separación de deuterio.

Debido a las ventajas que significa el empleo de un sistema de extracción en contracorriente, las fases más adecuadas para los dos compuestos hidrogenados son las dos líquidas o una gaseosa y otra líquida. Los sistemas hasta ahora llevados a la práctica pertenecen a esta última alternativa, tendiendo el deuterio a concentrarse en la fase líquida.

Como consecuencia de la baja concentración del deuterio en la fuente de alimentación y a los limitados valores de α , la operación de intercambio isotópico debe repetirse varias veces hasta lograr un enriquecimiento

TABLA 4-1

CLASIFICACION DE LOS METODOS DE PRODUCCION DE AGUA PESADA
SEGUN LA OPERACION FUNDAMENTAL QUE LOS CARACTERIZA

INTERCAMBIO ISOTOPICO

- 1) Acido sulfhídrico/Agua
- 2) Amoníaco/Hidrógeno
- 3) Amina/Hidrógeno
- 4) Hidrógeno/Agua

DESTILACION

- 1) Agua
- 2) Hidrógeno
- 3) Amoníaco

ELECTROLISIS

METODOS POTENCIALES
EN DESARROLLO

- 1) Excitación Óptica

to apreciable. Esta operación de reflujo debe efectuarse a partir de una fase enriquecida invirtiendo el sentido de transferencia del deuterio fuera de la unidad o torre de intercambio.

Existen dos maneras de lograrlo:

- 1) Por conversión de fase (proceso monotérmico).
- 2) Por operación de otra torre de intercambio a más alta temperatura (proceso bitérmico).

En el proceso monotérmico, el reflujo se obtiene convirtiendo en gas el líquido enriquecido, mediante una reacción química que ocurre en el convertidor de fase (Figura 4-1 a).

Este proceso, por lo tanto, se utiliza únicamente cuando uno de los componentes puede ser químicamente transformado en el otro. Por ejemplo, es factible en los procesos de intercambio hidrógeno/agua e hidrógeno/amoníaco, donde el agua o el amoníaco producen hidrógeno por descomposición electrolítica o térmica, respectivamente.

En el proceso bitérmico se utiliza la variación de la constante de equilibrio con la temperatura, como medio para invertir el sentido de transferencia del deuterio.

El principio de operación se ilustra en la Figura 4-1 b donde puede observarse que la torre caliente cumple las mismas funciones que el convertidor de fase del proceso monotérmico. En consecuencia, el contacto de los componentes líquido y gaseoso se lleva a cabo a dos temperaturas diferentes. El deuterio tiende a concentrarse en el componente líquido a la temperatura más baja (torre fría) y en el componente gaseoso a la temperatura más alta (torre caliente).

Las corrientes de líquido y gas enriquecidos son extraídas en lugares apropiados y transferidas a etapas superiores, donde se repite el proceso en un nivel de concentración mayor, hasta alcanzar el valor requerido.

En el proceso a doble temperatura, el cociente entre los factores de

separación en las torres fría (α_F) y caliente (α_C), es una medida de la separación isotópica y se llama factor total de separación. Como los factores de separación son inversamente proporcional a la temperatura, conviene que esas dos temperaturas estén alejadas entre sí lo máximo posible, en función de las exigencias técnicas y económicas del proceso.

La Tabla 4-2 indica los factores de separación de los cuatro sistemas de intercambio isotópico considerados.

En los procesos bitérmicos existe un aporte continuo de deuterio por parte de uno de los componentes, mientras el otro recicla actuando como un transportador de deuterio. La recuperación de éste último a partir de la alimentación, está limitada por las diferencias de temperatura usadas entre las dos torres. Estos procesos requieren por etapa dos torres de intercambio, mientras que los monotérmicos necesitan una torre y un recipiente de reacción, lo que significa que ambos presentan equipos de complejidad similar.

4.2.1.1. Intercambio isotópico ácido sulfhídrico/agua (Anexo II, pág. II-5)

Es un método de producción independiente que utiliza agua como materia prima. Se basa en el intercambio de deuterio entre el agua natural y el ácido sulfhídrico; posee una velocidad de reacción alta y no requiere catalizador.

Los diseños industriales del proceso corresponden al método bitérmico (Columna fría 30°C y caliente 130°C). El factor de separación a las temperaturas de trabajo y su variación con la temperatura son relativamente altos, de modo que el factor de separación total del proceso ($\alpha_T = 1,26$) resulta también adecuado.

Este método se utiliza en la fase de preenriquecimiento alcanzando en tres etapas sucesivas una concentración cercana al 20%. Acoplado a este proceso existe una etapa de enriquecimiento final por destilación fraccionada del agua que opera hasta alcanzar la concentración mínima requerida del 99,8%. La recuperación de deuterio del agua original es de un 20%.

FIGURA 4-1: PROCESOS DE INTERCAMBIO ISOTOPICO PARA LA PRODUCCION DE D₂O

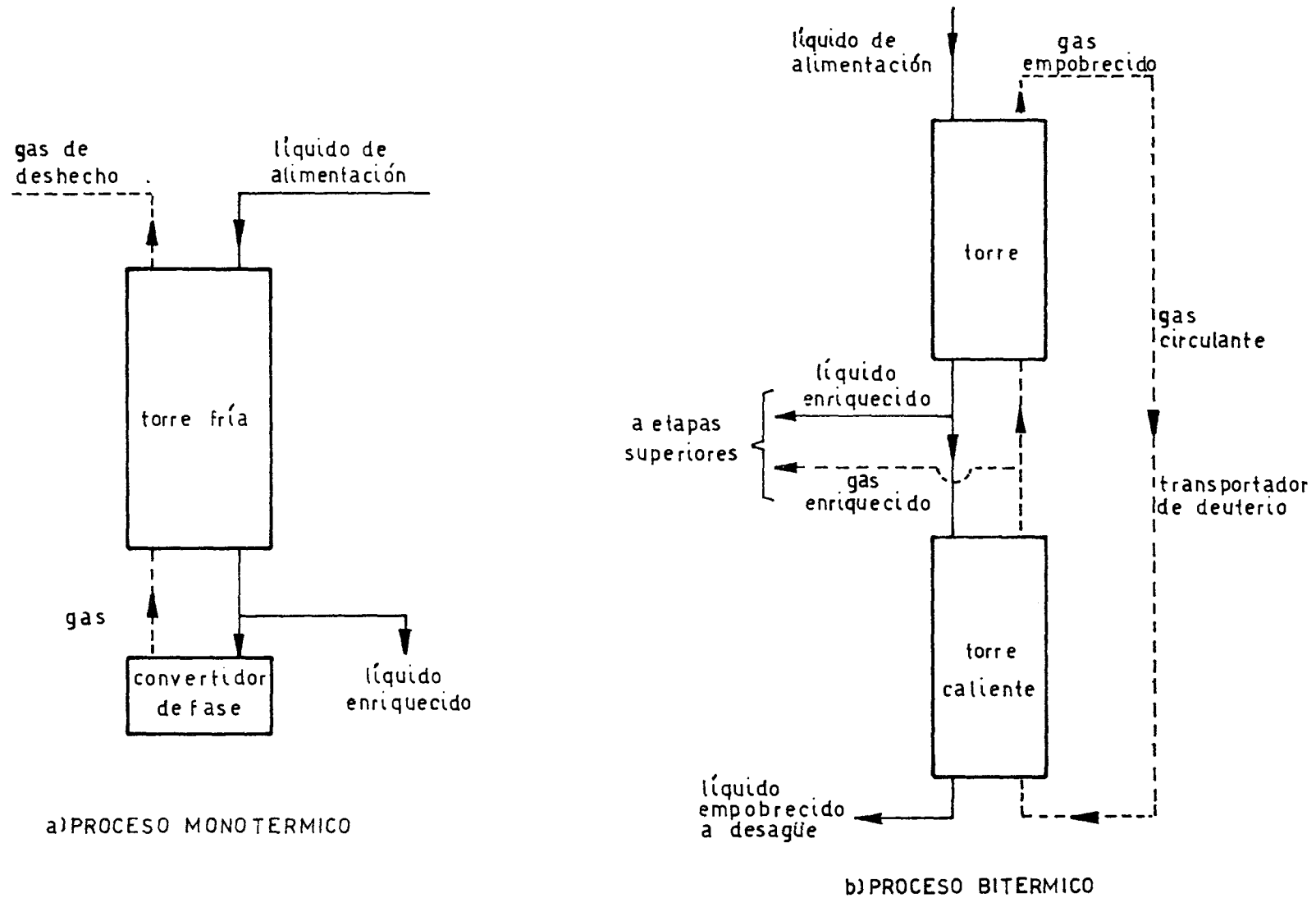


TABLA 4-2: FACTORES DE SEPARACION PARA INTERCAMBIO ISOTOPICO

SISTEMA DE INTERCAMBIO ISOTOPICO	TORRE FRIA		TORRE CALIENTE		TOTAL
	Temp. °C	α_F	Temp. °C	α_C	α_T
Metilamina/Hidrógeno	-40	5,9	60	2,8	2,1
Amoníaco/Hidrógeno	-25	5,17	60	2,96	1,75
Acido sulfhídrico/Agua	30	2,22	130	1,76	1,26
Hidrógeno/Agua	50	3,44	200	2,01	1,71

Este método -al que también se lo denomina GS- es el más experimentado industrialmente y provee en la actualidad el 95% de la producción mundial.

A lo largo de más de 20 años de operación (inicialmente en EE.UU. y posteriormente en Canadá) el proceso ha experimentado una serie de mejoras entre las que se incluyen: una mejor recuperación del calor y balance energético, sistemas de flujos más simples, diseño de columnas y platos más eficientes.

Los problemas derivados de la manipulación de grandes cantidades de ácido sulfhídrico, gas tóxico y corrosivo, han sido resueltos perfectamente. El uso de aceros adecuados y un diseño conveniente ha eliminado casi totalmente los problemas de corrosión, mientras que eficientes sistemas de control en la construcción de la planta y de seguridad en su operación han resuelto los peligros de contaminación del ambiente y seguridad industrial.

Las fábricas más modernas producen aproximadamente 400 t/a por módulo y comprenden principalmente 5 a 6 torres de hasta 8,5 m. de diámetro y 90 m. de altura en donde se produce el intercambio bitérmico a aproximadamente 20 atm. de presión.

Dentro de las columnas desciende el agua a través de platos perforados, mientras asciende el ácido sulfhídrico. Parte de las corrientes de líquido y gas tomadas en lugares adecuados alimentan las columnas de la etapa siguiente hasta que se alcanza, en la fase líquida, la concentración requerida. El agua de salida de las primeras etapas, empobrecida en deuterio, es desechada luego de extraerle el ácido sulfhídrico que lleva disuelto.

4.2.1.2. Intercambio isotópico amoníaco/hidrógeno (Anexo 11, Pág. 11-73)

La utilización del hidrógeno como materia prima ubica a este método dentro de los dependiente, teniendo en consecuencia una capacidad de producción limitada.

Resultaría antieconómico producir hidrógeno con la sola finalidad de extraerle el deuterio que contiene, por lo que debe utilizarse dicha materia en otro consumo específico.

Los requerimientos de hidrógeno necesarios para cubrir grandes demandas de agua pesada, solamente pueden ser satisfechos por plantas productoras de amoníaco para fertilizantes.

La reacción de intercambio isotópico entre el amoníaco y el hidrógeno posee un alto factor de separación, pero baja velocidad, razón por la cual necesita el uso de un catalizador.

En este método se han practicado tanto la variante monotérmica como bitérmica, existiendo experiencia industrial solo en la primera (Mazingarbe en Francia y Baroda en India). Del bitérmico se logró la etapa piloto y se está construyendo una planta industrial de Talcher, India.

La recuperación de deuterio obtenida en el monotérmico es del 80%, mientras que la prevista en el bitérmico es del 43%, no obstante el primero tiene alto consumo energético y la necesidad de recuperar el catalizador.

Las temperaturas convenientes para la operación son:

- Método monotérmico: - 25°C
- Método bitérmico: - 25°C y 60°C

En ambos sistemas el intercambio, diseñado como etapa de pre-enriquecimiento, se realiza en columnas con sistemas muy eficientes de contacto líquido-gas, que incluyen bombas sumergidas y eyectores especiales. La planta comprende además sistemas de purificación del "gas de síntesis", preparación y recuperación del catalizador, instalación para la concentración final, etc.

Se trabaja con presiones similares a las de fábricas de amoníaco y en general se aplica la misma tecnología constructiva.

El acoplamiento de la planta de agua pesada a la de amoníaco no presenta problemas, e incluso ésta última se beneficia por la gran pureza del gas exigida por la unidad de agua pesada.

4.2.2. DESTILACION

Los métodos de destilación fraccionada para la producción de agua pesada se basan en las pequeñas diferencias de presión de vapor entre las especies isotópicas. Los factores de separación son en general bajos (Tabla 4-3). Una mejor separación se obtendría trabajando cerca del punto triple, pero la misma es compensada por las dificultades relacionadas con las muy bajas presiones y temperaturas involucradas.

La ventaja de la destilación consiste en que la técnica es bien conocida y permite su repetición en cascada a fin de obviar la baja separación que se puede obtener en una sola etapa.

Entre todos los casos posibles, solamente la destilación de agua, amoníaco e hidrógeno, han alcanzado la etapa industrial, pero todas aplicadas a la etapa de enriquecimiento final.

TABLA 4-3: FACTORES DE SEPARACION POR DESTILACION

SUSTANCIA	EN EL PUNTO DE EBULLICION NORMAL	EN EL PUNTO TRIPLE
Hidrógeno	1,7	3,6
Agua	1,026	1,12
Amoníaco	1,036	1,08
Metano	0,997	1,0016

4.2.2.1. Destilación de agua (Anexo II, pág. II-141)

Es el método de obtención de agua pesada más simple de producción limitada. Sin embargo, dado el bajo factor de separación no resulta conveniente partir de agua natural, ya que ello requeriría tratar enormes cantidades de líquido en las primeras etapas, con el consiguiente costo de instalaciones y de operación.

Las grandes ventajas que tendría su aplicación como método primario, debido a su sencilla tecnología, ha llevado a buscar fuentes de energía térmica o vapor de bajo costo y columnas con rellenos de elevada eficiencia. Aún cuando se han logrado progresos en ese sentido, por el momento sólo se aplica a partir de concentraciones medias producidas por algún otro método.

En cambio, como enriquecimiento final, el método es muy favorable, ya que el proceso físico en que se basa no ofrece complicaciones, las instalaciones son relativamente pequeñas, de alta confiabilidad y simplicidad de manejo, y el consumo de energía disminuye al tratarse volúmenes pequeños.

Procurando aproximarse al punto triple, la destilación se realiza a presión reducida y temperaturas inferiores a 100°C.

Se han desarrollado instalaciones para destilación -especialmente rellenos de torres- de muy alta eficiencia. Esto ha permitido tratar tanto aguas producidas en pre-enriquecimiento como aguas diluídas provenientes de la operación de reactores nucleares. Unidades de este tipo suelen acompañar a los reactores de potencia, tal el caso de la Central Nuclear en Atucha, que posee una afectada a su servicio.

4.2.2.2. Destilación de hidrógeno (Anexo II, pág. II-123)

La destilación de hidrógeno es un proceso dependiente. Por razones similares a las expuestas para destilación de agua, no es conveniente su aplicación como proceso primario o de pre-enriquecimiento, sino de concentración final.

Presenta el mayor factor de separación de todos los métodos de destilación, pero esta ventaja se compensa por las dificultades inherentes al bajo punto de ebullición del hidrógeno (-252,5°C), lo que implica importantes problemas de ingeniería de bajas temperaturas.

Se han construído pequeñas plantas que llegan a sumar en conjunto una producción que se estima en unas 15 t/a de agua pesada. En 1962, la firma Linde puso en marcha una planta en Nangal, India, que produce 16 t/a, partiendo de hidrógeno pre-enriquecido por electrólisis, estando asociada a

una fábrica de fertilizantes.

La experiencia acumulada hasta el presente ha permitido mejorar los circuitos de refrigeración con el objeto de reducir el alto consumo de energía de compresión, uno de los rubros más importantes en los costos de operación. En general, las numerosas dificultades tecnológicas del método se consideran actualmente resueltas.

4.2.2.3. Destilación de amoníaco (Anexo II, pág. II-159)

Sus características generales son similares a la destilación de hidrógeno. Su factor de separación es menor pero involucra temperaturas no tan bajas ($-33,3^{\circ}\text{C}$).

Llegó a ser aplicado con resultados satisfactorios como método de concentración final, pero en la actualidad se encuentra superado por la destilación del agua.

4.2.3. ELECTROLISIS (Anexo II, pág. II-165)

A pesar que utiliza agua como materia prima es un proceso dependiente, ya que al producir hidrógeno a un costo relativamente alto, sólo tiene sentido emplearlo si ese hidrógeno es requerido por alguna otra industria. Aún así, solamente resulta conveniente si se dispone de energía eléctrica abundante y barata.

Puede emplearse para el enriquecimiento final, aunque el perfeccionamiento alcanzado por la destilación de agua lo ha superado para ciertos grados de concentraciones.

Este método es el que posee factores de separación más altos, entre 5 y 20.

El enriquecimiento de deuterio se produce en el líquido residual y por medio de una serie de cascadas se puede alcanzar la concentración final deseada. Para lograr un rendimiento adecuado es necesario quemar el hidrógeno producido en las últimas etapas y devolverlo a las etapas anteriores.

Finalmente, se han propuesto algunas ideas para recuperar parte de la energía, tales como el empleo de celdas combustibles o electrólisis selectiva, así como diversas mejoras de detalle al método existente.

4.2.4. METODOS POTENCIALES EN DESARROLLO

La proporción de esfuerzos que se realizan actualmente en la búsqueda y evaluación de métodos destinados a reemplazar algunos de los anteriormente descritos es pequeña en relación a los medios que se dedican al perfeccionamiento de los métodos en uso. Se considera más conveniente resolver problemas o desarrollar variantes ventajosas de los métodos industriales ya existentes que explorar nuevos procesos.

Sin embargo, no se ha abandonado en ningún momento la investigación de diversa índole con el fin de estudiar todo posible proceso que pueda conducir a la obtención de agua pesada abundante y barata. La lista de temas explorados es muy grande, y al respecto recordamos que ya en 1953 se hizo una lista de casi 100 posibles métodos. Sin que ello signifique asignarles importancia especial, podemos mencionar como ejemplo los siguientes: excitación por laser (Anexo II, pág. II-205), electromigración, métodos a partir de metano (Anexo II, pág. II-183), procesos de adsorción y difusión, procesos reversibles con hidruros, etc.

4.3. ANALISIS COMPARATIVO

En la Tabla 4-4 se indican las características sobresalientes de los métodos analizados. Todos ellos han demostrado su comportamiento en plantas de producción industrial, a excepción del proceso Amina/Hidrógeno que sólo ha alcanzado la etapa de planta piloto.

Considerando que la capacidad de la planta de agua pesada debe hallarse entre las 250 y 500 toneladas anuales (Capítulo 3), resultan de interés solamente los métodos de producción independiente, ya que para obtener los niveles enunciados a través de procesos limitados, serían necesarias plantas de amoníaco del orden de las 5000 toneladas diarias. Este nivel de producción es superior a las posibilidades nacionales actuales.

Lo expresado determina que se centre el análisis en los siguientes métodos independientes:

- Acido sulfhídrico/Agua
- Hidrógeno/Agua
- Destilación de Agua

De los tres enunciados, debe eliminarse el de intercambio isotópico Hidrógeno/Agua pues la variante de este método que logró la etapa industrial quedó desechada por antieconómica, presentando las restantes, problemas de catálisis aún no solucionados.

A su vez, la destilación de agua se considera muy conveniente para la etapa final de enriquecimiento, razón por la cual se necesita un proceso de base que satisfaga la primera etapa.

Es por ello que el método de intercambio isotópico Acido Sulfhídrico/Agua surge como el único que reúne las condiciones de capacidad de producción ilimitada y que cuenta con un integral y experimentado desarrollo industrial.

Por lo tanto se concluye que en la actualidad para poder satisfacer la demanda de agua pesada en la República Argentina, se debe recurrir a la instalación de una planta que utilice el método de intercambio isotópico Acido Sulfhídrico/Agua.

TABLA 4-4

CARACTERISTICAS SOBRESALIENTES DE LOS METODOS ANALIZADOS

M E T O D O	PRODUCCION	GRADO DE DESARROLLO	ETAPA DE UTILIZACION
Acido Sulfhídrico/Agua	Independiente	Industrial	— Pre-enriquecimiento (hasta concen_ traciones del 20%)
Amoníaco/Hidrógeno	Limitada	a) Monotérmico: Industrial b) Bitérmico: Piloto (Industrial en construcción)	— Pre-enriquecimiento (hasta concen_ traciones cercanas al 10%)
Amina/Hidrógeno	Limitada	Planta Piloto	— Pre-enriquecimiento
Hidrógeno/Agua	Independiente	Diversas variantes. Una sola alcan_ zó la etapa industrial; fue cerrada en 1956 por antieconómica	— Pre-enriquecimiento
Destilación de Agua	Independiente	Industrial	— Enriquecimiento final
Destilación de Hidrógeno	Limitada	Industrial	— Enriquecimiento final
Destilación de Amoníaco	Limitada	Industrial	— Enriquecimiento final
Electrólisis	Limitada	Industrial	— Pre-enriquecimiento: necesidad de energía eléctrica abundante y barata — Enriquecimiento final

CAPITULO 5

Satisfacción de la demanda

C A P I T U L O 5

I N D I C E

5.1.	HIPOTESIS DE TRABAJO	5-1
5.2.	CALCULOS	5-3
5.3.	PRIMERAS CONCLUSIONES	5-5
5.4.	CALCULOS FINALES	5-6
5.5.	CONCLUSIONES	5-9

CUADROS

5-1	Fechas de iniciación de la producción de D ₂ O
5-2	Satisfacción de la Demanda (Con Compra de la Carga de la CN II, Firma A)
5-3	Satisfacción de la Demanda (Con Compra de la Carga de la CN II, Firma B)
5-4	Satisfacción de la Demanda (Con Devolución de la Carga de la CN II, Firmas A y B)
5-5	Variantes Posibles
5-6	Síntesis de las Ampliaciones

- 5-7 Ampliación para la Satisfacción de la Demanda
(Con Compra de la Carga de la CN II)
- 5-8 Ampliación para la Satisfacción de la Demanda
(Con Devolución de la Carga de la CN II)

FIGURAS

- 5-1 Satisfacción de la Demanda (Con Compra y Devolución
de la Carga de la CN II, Firma A)
- 5-2 Satisfacción de la Demanda (Con Compra y Devolución
de la Carga de la CN II, Firma B)
- 5-3 Ampliación a partir de 1986 (Con Compra de la Carga
de la CN II)
- 5-4 Ampliación a partir de 1987 (Con Compra de la Carga
de la CN II)
- 5-5 Ampliación a partir de 1986 (Con Devolución de la
Carga de la CN II)
- 5-6 Ampliación a partir de 1987 (Con Devolución de la
Carga de la CN II)

5.1. HIPOTESIS DE TRABAJO

De acuerdo a lo analizado en los Capítulos 3 (Demanda en la República Argentina) y 4 (Métodos de Producción), el único proceso que actualmente satisface los requerimientos de agua pesada que surgen del Plan Nuclear es el método de intercambio isotópico entre el agua y el ácido sulfhídrico.

Las firmas con mayor experiencia mundial en la construcción de plantas de agua pesada por este proceso, han provisto los datos necesarios en lo referente a capacidad de producción anual y plazos estimados de construcción que a continuación se detallan:

5.1.1. DATOS FIRMA A

Capacidad de la planta	Duración estimada de la construcción
400 t cortas/a = 362 t métricas/a	60 meses
600 t cortas/a = 543 t métricas/a	66 meses

Cabe destacar que el factor de producción definido por la firma como:

$$\text{Factor de producción} = \frac{\text{Producción real (t/a)}}{\text{Producción de diseño (t/h) x 8760 (h/a)}}$$

es de 0,88, con lo cual la producción real queda reducida a: 320 t métricas/a y 480 t métricas/a, respectivamente.

5.1.2. DATOS FIRMA B

Capacidad de la Planta	Duración estimada de la construcción
400 t métricas/a	60 meses

Los datos suministrados por esta firma se refieren a la producción real, siempre que se asegure un factor de servicio* de 0,95. Esto significa que la planta trabaja 8300 h/a para alcanzar el nivel de producción indicado, utilizándose el resto del tiempo en las paradas programadas de mantenimiento.

5.1.3. HIPOTESIS COMPLEMENTARIAS COMUNES

- Durante el primer año la producción alcanzará un nivel cercano al 50% del de régimen.
- Se supone que la construcción se inicia en tres fechas alternativas:
 - 1/1/1976
 - 1/6/1976
 - 1/1/1977
- Se considera la posibilidad de ampliar la capacidad de producción con tecnología nacional a partir de la segunda mitad de la próxima década.

$$* \text{ Factor de servicio} = \frac{\text{Tiempo real de producción (h/a)}}{8760 \text{ (h/a)}}$$

5.2. CALCULOS

Las fechas de iniciación de la producción se deducen de los datos que figuran en 5.1. y se sintetizan en el Cuadro 5-1.

CUADRO 5-1

FECHAS DE INICIACION DE LA PRODUCCION DE D₂O

MODULO Y OFERENTE	FECHA DE INICIACION DE LA CONSTRUCCION	DURACION DE LA CONSTRUC- CION	FECHA DE INICIA- CION DE LA PRODUC- CION DE D ₂ O
320 t/a Firma A	1/1/1976	60 meses	1/1/1981
	1/6/1976		1/6/1981
	1/1/1977		1/1/1982
400 t/a Firma B	1/1/1976	60 meses	1/1/1981
	1/6/1976		1/6/1981
	1/1/1977		1/1/1982
480 t/a Firma A	1/1/1976	66 meses	1/6/1981
	1/6/1976		1/1/1982
	1/1/1977		1/6/1982

Con los valores obtenidos en los Cuadros 3-1 y 3-2 (Capítulo 3) y las hipótesis de trabajo enunciados se confecciona:

- Cuadro 5-2: SATISFACCION DE LA DEMANDA (Con Compra de la Carga de la CN II, Firma A)
- Cuadro 5-3: SATISFACCION DE LA DEMANDA (Con Compra de la Carga de la CN II, Firma B)
- Cuadro 5-4: SATISFACCION DE LA DEMANDA (Con Devolución de la Carga de la CN II, últimos años del período considerado, Firmas A y B).

- Figura 5-1: SATISFACCION DE LA DEMANDA
(Con Compra y Devolución de la Carga CN II,
Firma A)

- Figura 5-2: SATISFACCION DE LA DEMANDA
(Con Compra y Devolución de la Carga CN II,
Firma B)

CUADRO 5-2 SATISFACCION DE LA DEMANDA (CON COMPRA DE LA CARGA DE LA CENTRAL NUCLEAR II)

FIRMA A

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	Totales
Parciales Anuales (t)		475	8	483	483	18	493	963	28	978	3929
Totales Acumulados (t)		475	483	966	1449	1467	1960	2923	2951	3929	
1) 1/1/81:											
320 t/a		160	320	320	320	320	320	320	320	320	2720
SALDO		275	-3	-166	-329	-27	-200	-843	-551	-1209	
2) 1/6/81:											
480 t/a		120	360	480	480	480	480	480	480	480	3840
SALDO		-355	-3	-6	-9	453	440	-43	409	-89	
3) 1/1/82											
480 t/a			240	480	480	480	480	480	480	480	3600
SALDO		-475	-243	-246	-249	213	200	-283	169	-329	
4) 1/6/82:											
480 t/a			120	360	480	480	480	480	480	480	3360
SALDO		-475	-363	-486	-489	-27	-40	-523	-71	-569	

CUADRO 5-3 SATISFACCION DE LA DEMANDA (CON COMPRA DE LA CARGA DE LA CENTRAL NUCLEAR II)										FIRMA B	
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	Totales
Parciales Anuales (t)		475	8	483	483	18	493	963	28	978	3929
Totales Acumulados (t)		475	483	966	1449	1467	1960	2923	2951	3929	
1) 1/1/81:											
400 t/a		200	400	400	400	400	400	400	400	400	3400
SALDO		-275	117	34	-49	333	240	-323	49	-529	
2) 1/6/81:											
400 t/a		100	300	400	400	400	400	400	400	400	3200
SALDO		-375	-83	-166	-249	133	40	-523	-151	-729	
3) 1/1/82:											
400 t/a			200	400	400	400	400	400	400	400	3000
SALDO		-475	-283	-366	-449	-67	-160	-723	-351	-929	

CUADRO 5-4

SATISFACCION DE LA DEMANDA

(CON DEVOLUCION DE LA CARGA DE LA CN II)

ANALISIS DE LOS CUATRO ULTIMOS AÑOS DEL PERIODO

	1986	1987	1988	1989	TOTALES
PARCIALES ANUALES (t)	493	963	498	978	4399
TOTALES ACUMULADOS (t)	1960	2923	3421	4399	
FIRMA A					
1) 1/6/81: 480 t/a	480	480	480	480	3840
SALDO:	440	-43	-61	-559	
2) 1/1/82: 480 t/a	480	480	480	480	3600
SALDO:	200	-283	-301	-799	
3) 1/6/82: 480 t/a	480	480	480	480	3360
SALDO:	-40	-523	-541	-1039	
FIRMA B					
4) 1/1/81: 400 t/a	400	400	400	400	3400
SALDO:	240	-323	-421	-999	
5) 1/6/81: 400 t/a	400	400	400	400	3200
SALDO:	400	-523	-621	-1199	
6) 1/1/82: 400 t/a	400	400	400	400	3000
SALDO:	-160	-723	-821	-1399	

FIGURA 5-1

SATISFACCION DE LA DEMANDA

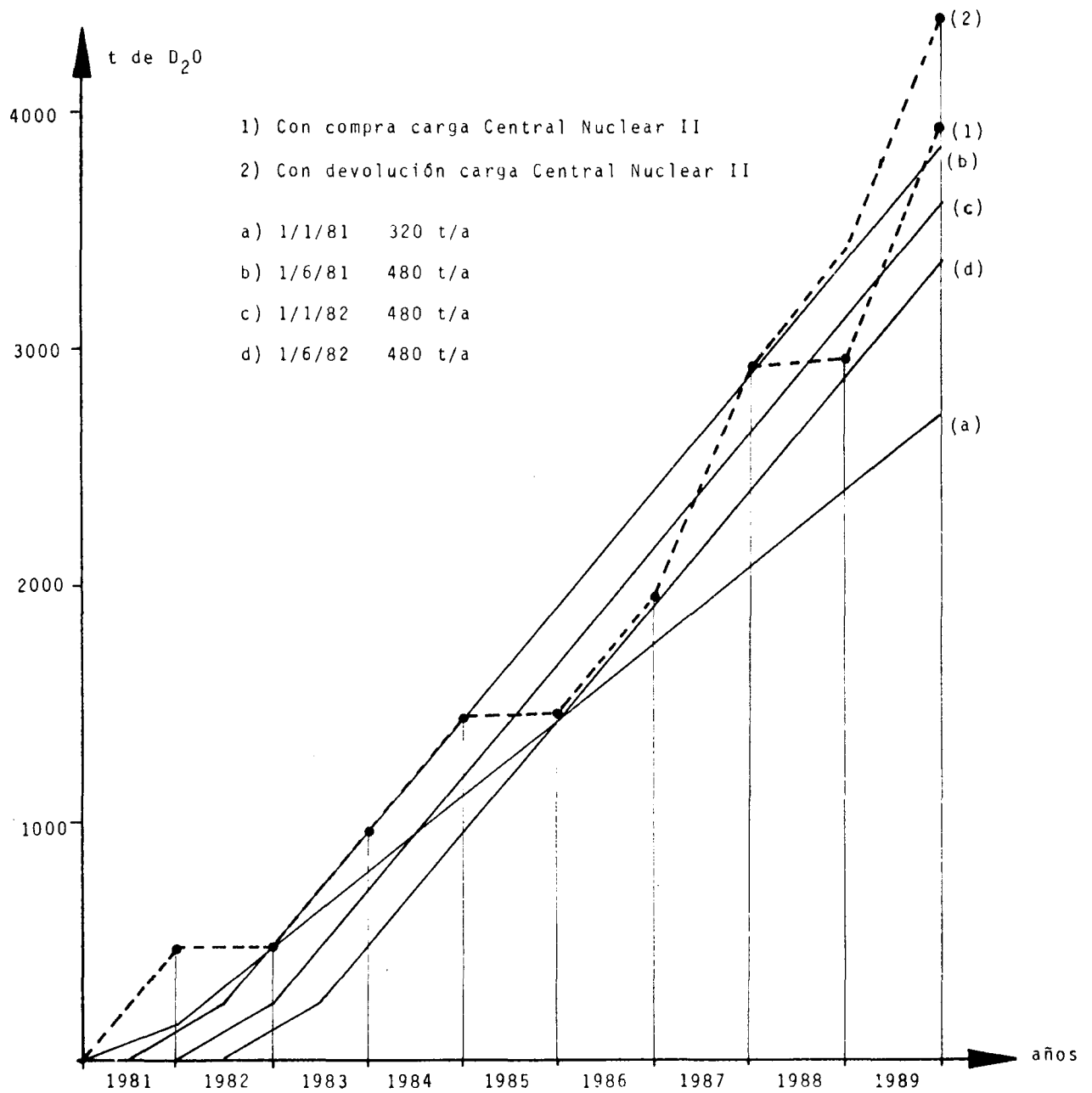
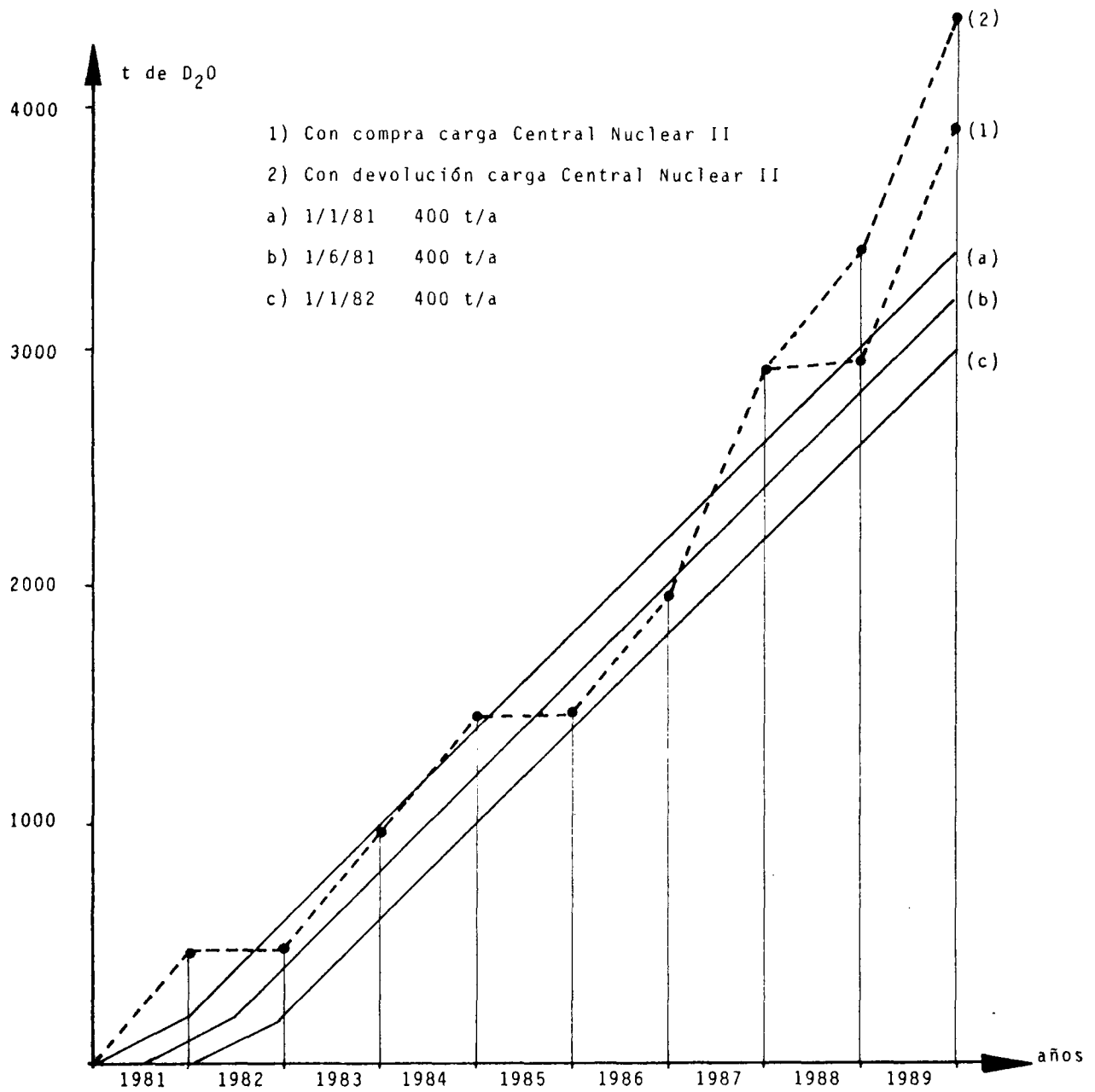


FIGURA 5-2

SATISFACCION DE LA DEMANDA



5.3. PRIMERAS CONCLUSIONES

Del análisis de los Cuadros 5-1, 5-2 y 5-3 y las Figuras 5-2 y 5-3 se concluye que:

- 1) De los módulos ofertados, deben considerarse solamente los de 400 t/a y 480 t/a, ya que el de 320 t/a (Firma A) no satisface la demanda en ningún año del período considerado.
- 2) La fecha de iniciación de la construcción 1/1/1977 no permite obtener el abastecimiento en ningún momento del período considerado.
- 3) Ninguna de las soluciones propuestas permite contar con la carga completa de la Central Nuclear III.
- 4) Los niveles de producción de 400 t/a y 480 t/a, (en las dos primeras variantes propuestas: comienzo de la construcción el 1/1/1976 y 1/6/1976), permiten, en caso de alquilarse la parte faltante de la Carga de la CN III, devolverla en el año 1985.
- 5) Para las variantes mencionadas en 4), el déficit se produce en 1987 y si bien se subsana para algunas variantes en 1988, reaparece en todos los casos en 1989.

5.4. CALCULOS FINALES

De lo anterior se deduce que de las nueve variantes mencionadas en el Cuadro 5-1, sólo cuatro pueden satisfacer la demanda de agua pesada en la primer mitad del período 1981-1989.

Esas variantes son:

CUADRO 5-5
VARIANTES POSIBLES

FIRMA	MODULO DE PRODUCCION	FECHA DE INICIACION DE LA CONSTRUCCION
A	480 t/a	1/1/1976
		1/6/1976
B	400 t/a	1/1/1976
		1/6/1976

Para el resto del período, se calculan las ampliaciones necesarias que permitan satisfacer la demanda en sus dos versiones: con compra y con devolución de la carga de la Central Nuclear II*.

Admitiremos para las ampliaciones las siguientes hipótesis:

- Durante el primer año la producción alcanzará un nivel cercano al 50% del régimen.
- Se suponen dos fechas de iniciación de la producción:
 - 1/1/1986
 - 1/1/1987

* No se tienen en cuenta en las ampliaciones, el plan de instalación de Centrales Nucleares a partir de 1990, ya que este dato solo puede conocerse con una gran indeterminación.

- La producción se fija a un nivel que permita, a partir de 1986, que ningún año presente saldo negativo.

Los cálculos efectuados con estas hipótesis se sintetizan en el Cuadro 5-6 y se detallan en:

- Cuadro 5-7: AMPLIACION PARA SATISFACCION DE LA DEMANDA (Con Compra de la Carga de la CN II)
- Cuadro 5-8: AMPLIACION PARA SATISFACCION DE LA DEMANDA (Con Devolución de la Carga de la CN II)
- Figura 5-3: AMPLIACION A PARTIR DE 1986 (Con Compra de la Carga de la CN II)
- Figura 5-4: AMPLIACION A PARTIR DE 1987 (Con Compra de la Carga de la CN II)
- Figura 5-5: AMPLIACION A PARTIR DE 1986 (Con Devolución de la Carga de la CN II)
- Figura 5-6: AMPLIACION A PARTIR DE 1987 (Con Devolución de la Carga de la CN II)

C U A D R O 5-6

SINTESIS DE LAS AMPLIACIONES

FIRMA	MODULO INICIAL (t/a)	FECHA COMIENZO PRODUCCION	CON COMPRA CARGA C.N. II		CON DEVOLUCION CARGA CN II	
			AMPLIACION A PARTIR 1/1/86	AMPLIACION A PARTIR 1/1/87	AMPLIACION A PARTIR 1/1/86	AMPLIACION A PARTIR 1/1/87
A	480	1/6/81	30 t/a	90 t/a	160 t/a	230 t/a
A	480	1/1/82	190 t/a	570 t/a	230 t/a	570 t/a
B	400	1/1/81	220 t/a	650 t/a	290 t/a	650 t/a
B	400	1/6/81	350 t/a	1050 t/a	350 t/a	1050 t/a

CUADRO 5-7

AMPLIACION PARA SATISFACCION DE LA DEMANDA

(Con compra de la carga de la CN II)

	1986	1987	1988	1989	SUBTOTAL	TOTAL
PARCIALES ANUALES (t)	493	963	28	978		3929
TOTALES ACUMULADOS (t)	1960	2923	2951	3929		
1) 1/6/81: 480 t/a SALDO:	480 440	480 -43	480 409	480 -89	3840	3945
a) 1/1/86: 30 t/a NUEVO SALDO:	15 455	30 2	30 484	30 16	105	
b) 1/1/87: 90 t/a NUEVO SALDO:		45 2	90 544	90 136	225	
	440	2				
2) 1/1/82: 480 t/a SALDO:	480 200	480 -283	480 169	480 -329	3600	4265
a) 1/1/86: 190 t/a NUEVO SALDO:	95 295	190 2	190 644	190 336	665	
b) 1/1/87: 570 t/a NUEVO SALDO:		285 2	570 1024	570 1096	1425	
	200					
3) 1/1/81: 400 t/a SALDO:	400 240	400 -323	400 49	400 -529	3400	4170
a) 1/1/86: 220 t/a NUEVO SALDO:	110 350	220 7	220 599	220 241	770	
b) 1/1/87: 650 t/a NUEVO SALDO:		325 2	650 1024	650 1096	1625	
	240					
4) 1/1/81: 400 t/a SALDO:	400 40	400 -523	400 -151	400 -729	3200	4425
a) 1/1/86: 350 t/a NUEVO SALDO:	175 215	350 2	350 724	350 496	1225	
b) 1/1/87: 1050 t/a NUEVO SALDO:		525 2	1050 1424	1050 1896	2625	
	40					

CUADRO 5-8

AMPLIACION PARA SATISFACCION DE LA DEMANDA

(Con devolución de la carga de la CN II)

	1986	1987	1988	1989	SUBTOTAL	TOTAL
PARCIALES ANUALES (t)	493	963	498	978		4399
TOTALES ACUMULADOS (t)	1960	2923	3421	4399		
1) 1/6/81: 480 t/a SALDO:	480 440	480 -43	480 -61	480 -559	3840	
a) 1/1/86: 160 t/a NUEVO SALDO:	80 520	160 197	160 339	160 1	560	4400
b) 1/1/87: 230 t/a NUEVO SALDO:		115 72	230 284	230 16	575	4415
2) 1/1/82: 480 t/a SALDO:	480 200	480 -283	480 -301	480 -799	3600	
a) 1/1/86: 230 t/a NUEVO SALDO:	115 315	230 62	230 274	230 6	805	4405
b) 1/1/87: 570 t/a NUEVO SALDO:		285 2	570 554	570 626	1425	5025
3) 1/1/81: 400 t/a SALDO:	400 240	400 -323	400 -421	400 -999	3400	
a) 1/1/86: 290 t/a NUEVO SALDO:	145 385	290 112	290 304	290 16	1015	4415
b) 1/1/87: 650 t/a NUEVO SALDO:		325 2	650 554	650 626	1625	5025
4) 1/6/81: 400 t/a SALDO:	400 40	400 -523	400 -621	400 -1199	3200	
a) 1/1/86: 350 t/a NUEVO SALDO:	175 215	350 2	350 254	350 26	1225	4425
b) 1/1/87: 1050 t/a NUEVO SALDO:		525 2	1050 954	1050 1426	2625	5825

FIGURA 5-3

AMPLIACION A PARTIR DE 1986

CON COMPRA CARGA CN II

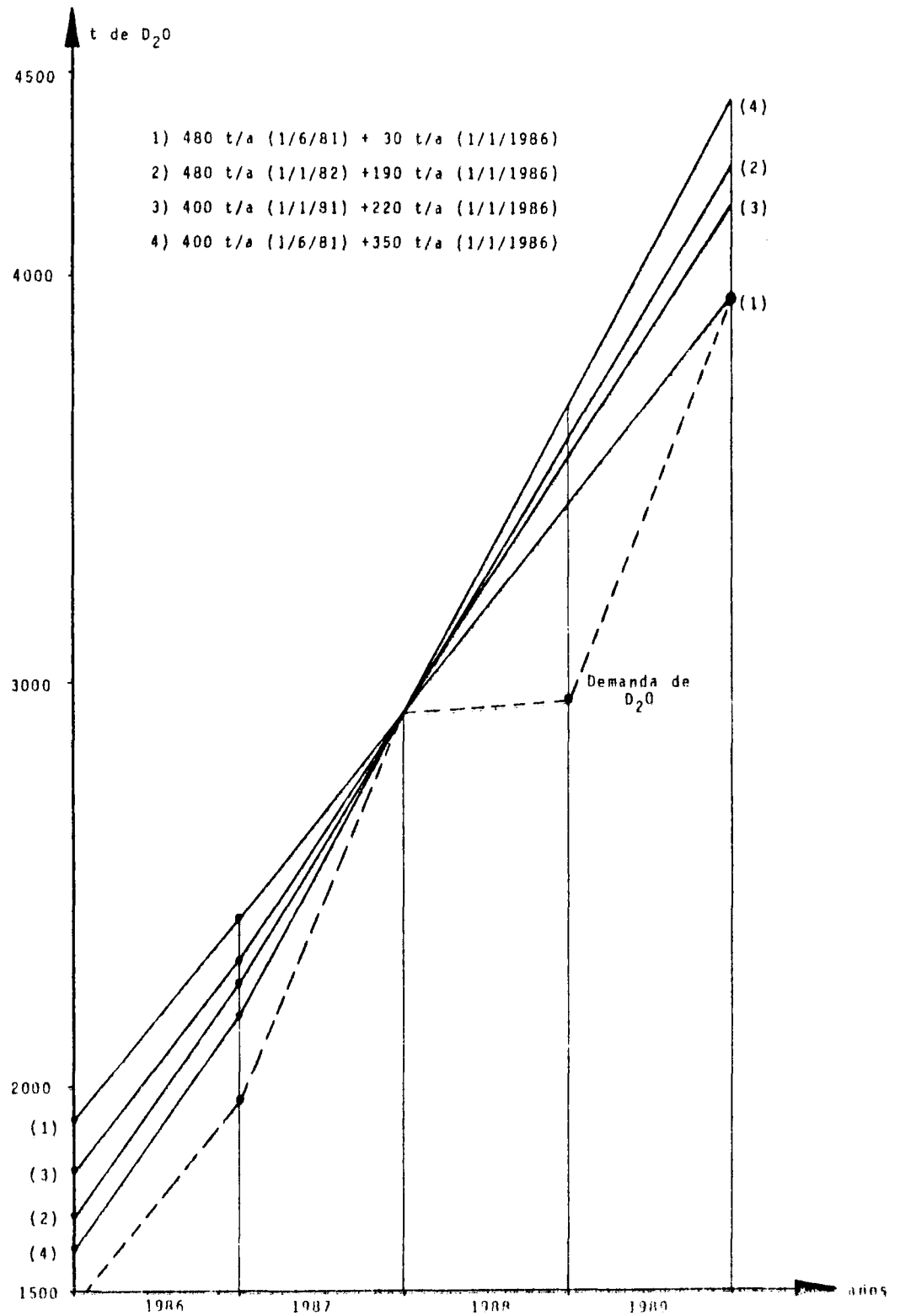


FIGURA 5-4

AMPLIACION A PARTIR DE 1987

CON COMPRA CARGA CN II

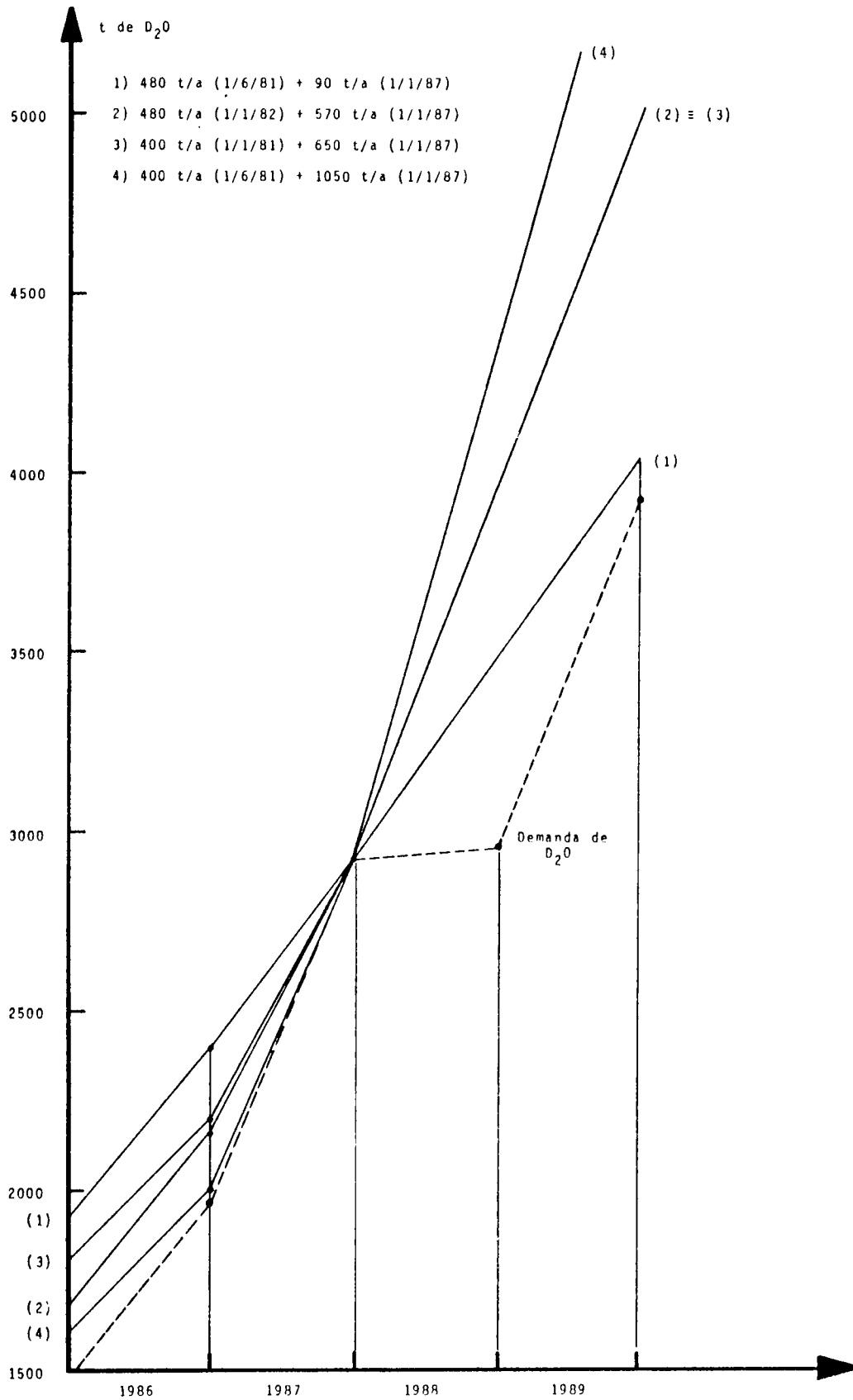


FIGURA 5-5

AMPLIACION A PARTIR DE 1987

DEVOLUCION CARGA CN 11

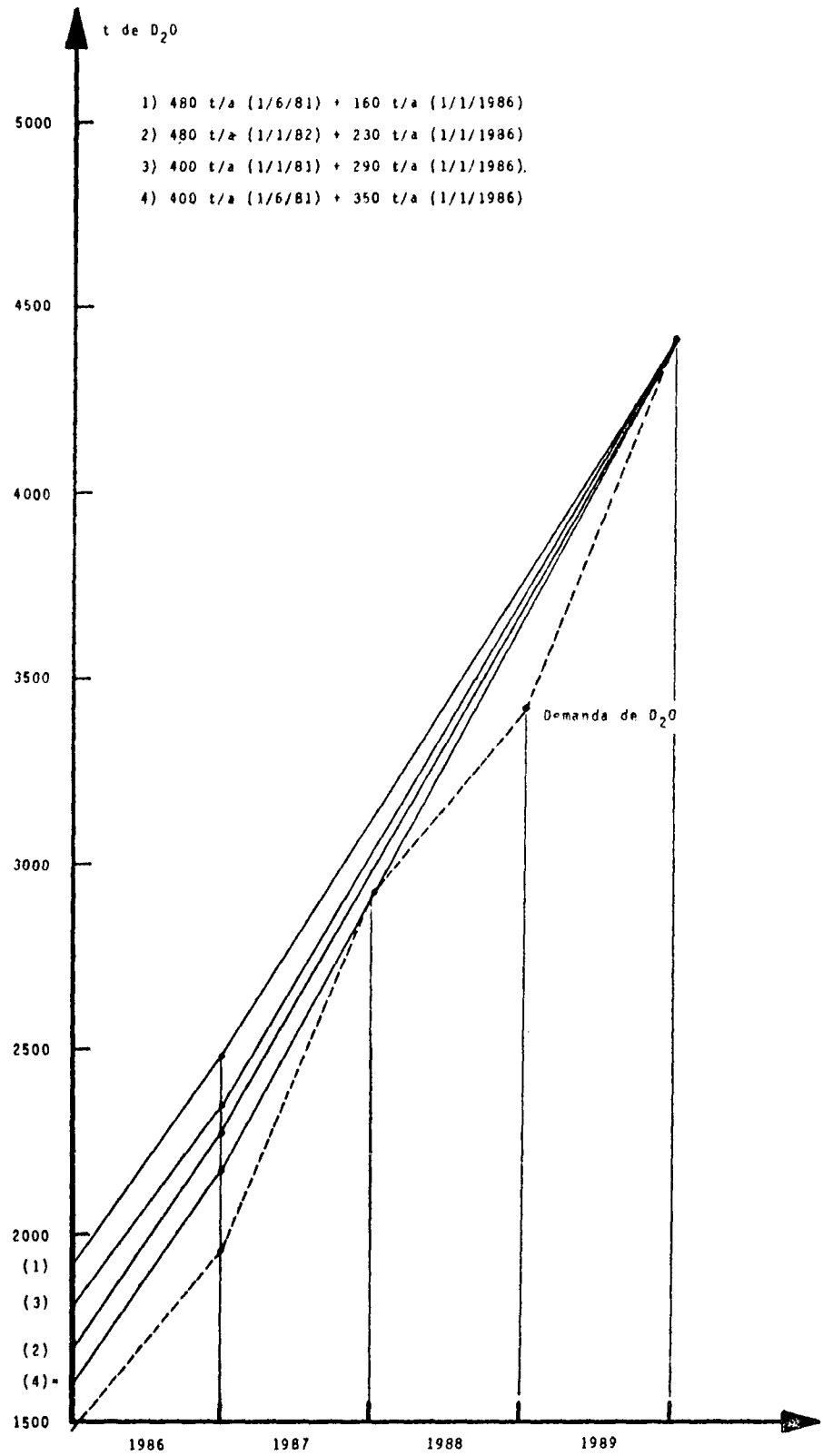
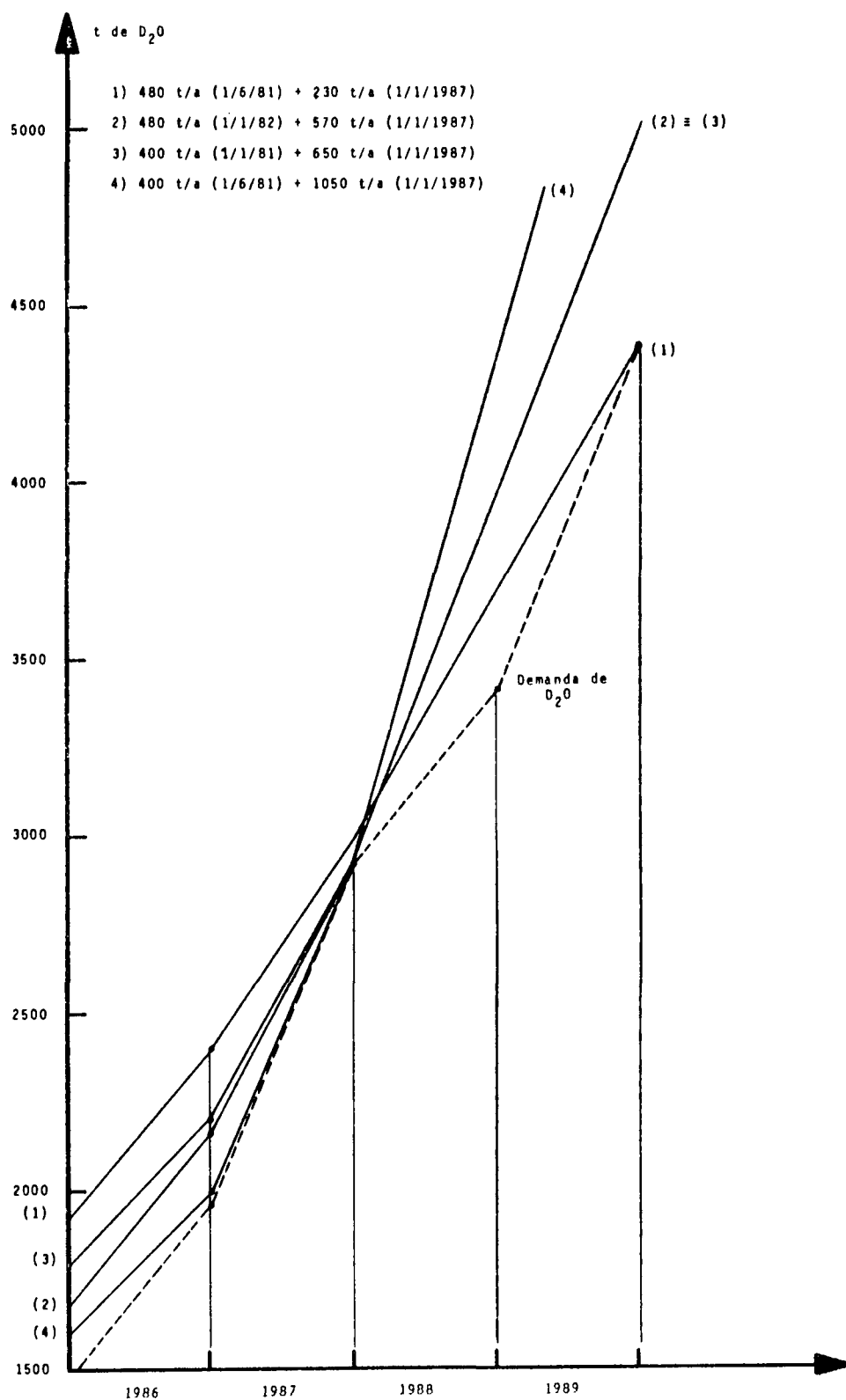


FIGURA 5-6

AMPLIACION A PARTIR DE 1987

DEVOLUCION CARGA CN II



5.5. CONCLUSIONES

Considerando las primeras conclusiones y los resultados del Cuadro 5-6 surge como curso de acción recomendable para satisfacer la demanda de agua pesada:

- Construir una planta productora de agua pesada por el método de intercambio isotópico ácido sulfhídrico/agua, de un nivel de producción comprendido entre 400 t/a y 480 t/a.
- La fecha de iniciación de la construcción no debe ubicarse más allá de la mitad del año 1976.
- Deberá aumentarse la producción después de 1985. La evaluación de las alternativas posibles (Cuadro 5-6) deberá formularse antes de 1980.

CAPITULO 6

Análisis de localización

C A P I T U L O 6

I N D I C E

6.1.	CRITERIOS DE SELECCION	6-1
6.1.1.	REQUERIMIENTOS DE PRIMER ORDEN	6-1
6.1.1.1.	Agua	6-1
6.1.1.2.	Energía Eléctrica y Combustibles	6-2
6.1.2.	REQUERIMIENTOS DE SEGUNDO ORDEN	6-3
6.1.2.1.	Fisiografía y Geología	6-4
6.1.2.2.	Clima	6-4
6.1.2.3.	Protección del medio ambiente	6-4
6.1.2.4.	Transporte	6-5
6.1.2.5.	Infraestructura de la zona	6-6
6.2.	CUANTIFICACION DE LOS REQUERIMIENTOS DEL PRIMER ORDEN	6-7
6.2.1.	AGUA	6-7
6.2.2.	ENERGIA ELECTRICA	6-8
6.2.3.	COMBUSTIBLES	6-8
6.3.	MACROLOCALIZACION	6-9
6.3.1.	RIO SANTA CRUZ	6-9
6.3.2.	RIO CHUBUT	6-10
6.3.3.	RIO LIMAY	6-10

6.3.4.	RIO TERCERO	6-11
6.3.5.	RIO BERMEJO	6-11
6.3.6.	RIO PARANA	6-12
6.3.6.1.	Paraná	6-12
6.3.6.2.	Rosario	6-12
6.3.6.3.	Zárate-Central Nuclear en Atucha	6-13
6.3.7.	SINTESIS	6-13
6.3.8.	CONCLUSIONES	6-13
6.3.9.	AREA RECOMENDADA	6-13
6.4.	MACROLOCALIZACION	6-15
6.4.1.	ABASTECIMIENTO DE AGUA	6-15
6.4.2.	SUMINISTRO DE ENERGIA	6-15
6.4.3.	ACCESIBILIDAD A LOS COMBUSTIBLES	6-16
6.4.3.1.	Gas natural	6-16
6.4.3.2.	Fuel-Oil	6-17
6.4.4.	CONDICIONES FISIOGRAFICAS Y GEOLOGICAS	6-18
6.4.5.	CONDICIONES CLIMATICAS	6-18
6.4.6.	PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE	6-19
6.4.7.	TRANSPORTE	6-19
6.4.8.	MANO DE OBRA	6-20
6.4.9.	EMPLAZAMIENTO SELECCIONADO	6-21

TABLAS

6-1 Disponibilidades de Combustibles y Energía Eléctrica

FIGURAS

- 6-1 Areas Preseleccionadas
- 6-2 Area río Limay
- 6-3 Suministro de Energía Eléctrica
- 6-4 Gasoductos
- 6-5 Ubicación Arroyito
- 6-6 Emplazamiento Seleccionado

6.1. CRITERIOS DE SELECCION

Los criterios a utilizar en el análisis de emplazamiento de una planta de agua pesada en la República Argentina, están condicionados por las conclusiones obtenidas en los Capítulos 3, 4 y 5 en los cuales se establecen la capacidad y el método de producción conveniente:

Capacidad: Del orden de las 400 t/a

Método: Intercambio isotópico H_2S/H_2O

En consecuencia, previa a la selección de áreas de probable ubicación se analizan los requerimientos técnicos del mencionado proceso. (El Anexo II.2. consigna la información necesaria a tal fin).

De dicho análisis surgen tres factores de importancia fundamental:

- La disponibilidad y calidad del agua
- El abastecimiento de energía eléctrica
- La disponibilidad de combustible

Más adelante se mencionan otros requerimientos de menor importancia, pero que deben tenerse en cuenta en el análisis total de ubicación.

6.1.1. REQUERIMIENTOS DE PRIMER ORDEN

6.1.1.1. Agua

La planta utiliza agua como materia prima (agua de proceso), refrigeración y otros usos, siendo los dos primeros los determinantes de los requerimientos de caudal y calidad.

La baja concentración de Deuterio existente en la naturaleza y el limitado grado de recuperación del proceso, fijan el caudal mínimo de agua a utilizar.

Si a esto se suma que son necesarias apreciables cantidades de agua de refrigeración (en circuito abierto para considerar la situación más desfavorable) se concluye que la ubicación deberá estar cercana a una fuente

de agua de suficiente caudal como para satisfacer la demanda máxima en forma segura y continua.

En cuanto a la calidad, es el agua de proceso la que determina las máximas exigencias debiéndose controlar ciertas impurezas por las graves perturbaciones que pueden introducir en el régimen operativo.

Por ello el agua para proceso debe ser:

- Lo más rica posible en Deuterio.
- Blanda, con impurezas fáciles de eliminar por tratamientos simples y rápidos.
- Con bajo contenido de hierro y cloruros.
- De bajo contenido en contaminantes orgánicos, especialmente de aquellos que pudieran actuar como promotores de espuma.
- Estable en el tiempo, con las menores variaciones estacionales posibles en su composición.

Por último debe tenerse en cuenta la temperatura de la fuente ya que la constancia de la misma en el tiempo simplificará el diseño del sistema de refrigeración.

6.1.1.2. Energía Eléctrica y Combustibles

Para una planta de agua pesada de las características consideradas, se buscará lograr un sistema integrado que alcance el mejor aprovechamiento posible de los insumos, ya que son muy significativas las cantidades de energía eléctrica y vapor necesarias.

El abastecimiento puede ser resuelto en ambos casos desde fuentes externas o por autogeneración.

En el caso del suministro externo de energía eléctrica, el mismo podrá efectuarse a través del Servicio Público: desde el Sistema Nacio-

nal Interconectado* o de cualquier proyecto que pueda ser ejecutado en el corto plazo y que no esté prevista su conexión al SNI.

El suministro externo de vapor podría lograrse extrayendo el mismo de centrales generadoras de electricidad convencionales o nucleares, debiéndose considerar en cada caso las ventajas y desventajas de los respectivos acoples.

Para el abastecimiento de energía eléctrica y vapor por autogeneración, habrá que tener en cuenta los diferentes métodos posibles y la satisfacción parcial o total de los requerimientos de la planta. La elección del método implicará un análisis de disponibilidades de combustibles -gas natural, derivados de petróleo, carbón y otros- y un análisis de distancias a recorrer por los mismos para que se encuentren en el lugar de consumo.

De lo expresado surge la necesidad de realizar un balance que permita decidir la combinación óptima.

Además teniendo en cuenta las características de funcionamiento continuo de la planta, deberá ponderarse la confiabilidad del suministro sobre cualquier otro criterio.

6.1.2. REQUERIMIENTOS DE SEGUNDO ORDEN

Si bien los requerimientos mencionados en 6.1.1. son los determinantes principales de posibles emplazamientos, también debe tenerse en cuenta los siguientes factores:

- Fisiográficos y geológicos
- Climáticos
- Protección del medio ambiente
- Transporte
- Infraestructura de la zona

* Se supone que el Servicio Público de generación eléctrica, se encontrará interconectado en 1981 (Análisis Electroenergético Argentino-CNEA- Diciembre de 1974).

6.1.2.1. Fisiografía y Geología

La selección del emplazamiento para una planta de las características consideradas debe contemplar que el terreno posea condiciones fisiográficas y geológicas adecuadas. Entre éstas se pueden destacar:

- Baja actividad sísmica
- Buena capacidad portante del terreno
- Fácil accesibilidad
- Topografía favorable

6.1.2.2. Clima

Las condiciones climáticas de un lugar influyen en mayor o menor medida en todas las etapas del proyecto. Temperatura, humedad del aire, presión atmosférica, precipitación pluvial, viento, nieve, radiación solar son, entre otros, factores que deberán registrarse para poder evaluar las características de los emplazamientos posibles.

El proceso elegido utiliza temperaturas mayores que las del ambiente (30°C y 130°C) en consecuencia cuanto menor sea la temperatura del lugar mayores serán las pérdidas de calor y, por consiguiente más altos los consumos de energía y los costos de aislación.

El viento, la lluvia y la nieve también influirán en la cantidad de calor perdido.

La humedad del aire, la temperatura y la velocidad del viento adquieren importancia en caso de optarse por un sistema de refrigeración a circuito cerrado.

Vientos fuertes exigen mayores costos de anclaje debido al alto de las columnas.

6.1.2.3. Protección del medio ambiente

Los análisis de emplazamiento se harán teniendo en cuenta la protección del medio ambiente y la de la población.

Para esto será imprescindible considerar las características básicas del proceso, la naturaleza de los efluentes, la ecología del sitio y las características de la población vecina.

En nuestro país existen algunas normas de control, pero para este tipo particular de proceso pueden considerarse incompletas. No obstante ello, deberán tomarse todos los recaudos para seleccionar emplazamientos que reduzcan al mínimo las posibilidades de riesgo.

En este sentido y para poder evaluar los factores locales del ambiente se deberá disponer los registros zonales de:

- Características ecológicas
- Meteorología
- Hidrología e hidrografía
- Utilización del ambiente por el hombre
- Características de la población local
- Planes de desarrollo de la zona

6.1.2.4. Transporte

Las consideraciones a formular sobre transporte pueden subdividirse en:

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| Durante la construcción | - Equipos y materiales |
| | - Personal |
| Durante la operación | - Materias primas |
| | - Combustible |
| | - Producto |
| | - Personal |

Las que mayor incidencia tienen en la ubicación del emplazamiento son el transporte de materiales y equipos durante la construcción y el transporte de combustible durante la operación normal. Este último caso se contempla dentro de los requerimientos de primer orden (ver 6.1.1.2), en consecuencia aquí sólo se profundiza el análisis del primero.

Entre los principales equipos a transportar se hallan:

- Torres de intercambio
- Intercambiadores de calor
- Compresores de SH_2
- Grandes recipientes, cañerías y bombas impulsoras de líquido
- Calderas, generador eléctrico de emergencia, etc.

El conocimiento que se tiene de los equipos de mayor tamaño y peso (Anexo 11.2.), la evaluación de las posibilidades de suministro nacional (Capítulo 7) y el análisis de alternativas de transporte marítimo, fluvial, vial, ferroviario y sus combinaciones, dará una valoración indicativa sobre las ubicaciones seleccionadas.

6.1.2.5. Infraestructura de la zona

Su existencia contribuye positivamente en la selección de la ubicación, no obstante se deberá tener particular cuidado en la ponderación a priori de las mismas, pues la carencia de alguna y su creación por la instalación de la planta, resultará una contribución a la elevación del nivel social y económico de la zona.

Los principales factores a considerarse son:

- Mano de obra especializada, tanto durante la construcción como en la operación
- Infraestructura industrial (mantenimiento, suministro de repuestos)
- Viviendas y transporte para el personal
- Facilidades sanitarias y educativas
- Comunicaciones

6.2. CUANTIFICACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE PRIMER ORDEN

Para poder realizar una selección de áreas de ubicación, de acuerdo a los criterios de primer orden enunciados, se cuantifican los mismos para una producción de 400 t/a de agua pesada suponiendo las exigencias más severas conocidas (Anexo 11.2.) y contemplando eventuales ampliaciones de la planta.

6.2.1. AGUA

- a) Caudal: De acuerdo al detalle indicado en el Anexo 11.2. y considerando el caso de ampliación (duplicación) de la planta, la necesidad de agua para refrigeración y proceso es de $11 \text{ m}^3/\text{seg}$ ($40.000 \text{ m}^3/\text{h}$).

Las normas de protección del medio ambiente recomiendan un factor de dilución 100 para el agua de proceso al retornar a la fuente. Esta situación obliga a adoptar este criterio como determinante del caudal mínimo de la fuente.

En consecuencia:

$$\text{Caudal mínimo} = 100 \text{ m}^3/\text{seg}$$

- b) Calidad: Se considera como base comparativa para la determinación de la calidad del agua de la fuente, la composición necesaria para el agua de proceso.

Cloruros:	max. 10 ppm como Cl
Dureza total:	max. 100 ppm como CO_3Ca
Hierro:	menor que 0,2 ppm como Fe
Sólidos suspendidos:	max. 1 ppm
Turbiedad:	menor que 5 unidades Jackson
pH:	5-7
Materia Orgánica:	bajo contenido
Alcalinidad:	max. 1 ppm como CO_3Ca

- c) Contenido de Deuterio: Se consideran como valores aceptables, todas aquellas aguas que superen los 0,0140% de contenido de Deuterio.

6.2.2. ENERGIA ELECTRICA

De acuerdo a datos obtenidos, las necesidades de energía eléctrica son:

40 MWe

6.2.3. COMBUSTIBLES

Del Anexo XI se extraen los consumos de combustibles para generación de vapor, y para el caso de autogeneración de energía eléctrica.

a) Consumo de combustible para generación de vapor

Gas:	$358 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$	$(1,04 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{d})$
Fuel Oil:	290.000 t/a	(837 t/d)
Carbón:	503.000 t/a	(1.460 t/d)

b) Consumo de combustible para autogeneración de energía eléctrica

Gas:	$114 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$	$(0,33 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{d})$
Fuel Oil:	98.250 t/a	(284 t/d)

6.3. MACROLOCALIZACION

Con el objeto de acotar las áreas de mayor interés se realiza un estudio de diferentes fuentes de agua en el territorio nacional.

Se seleccionan todas aquellas que superen los 11 m³/seg de caudal o que tengan un reservorio natural de suficiente capacidad como para poder ser tenidas en cuenta.

Se analizan las características de estas aguas superficiales, determinando la concentración de Deuterio (Anexo IV) y la calidad de las muestras representativas de los lugares elegidos (Anexo V).

Como resultado de los análisis efectuados y ponderando el factor de seguridad de 100 m³/seg de dilución, resultan de interés las siguientes alternativas (Figura 6-1):

- Río Santa Cruz
- Río Chubut
- Río Linay
- Río Tercero
- Río Bermejo
- Río Paraná

Sobre la base de esta selección se estudian las disponibilidades de combustibles y energía eléctrica en cada una de ellas.

6.3.1. RIO SANTA CRUZ

El área está comprendida entre las ciudades de Comandante Piedrabuena y Santa Cruz, en la Provincia del mismo nombre.

Las disponibilidades de combustibles están basadas en el gasoducto Cerro Redondo-Buenos Aires, que pasa aproximadamente a 50 km, la probable utilización de carbón de Río Turbio y el fuel-oil de la futura destilería de Comodoro Rivadavia.

Al no abarcar el Sistema Nacional Interconectado el área en estudio, se deberán contemplar las probabilidades del proyecto hidroeléctrico Santa Cruz I, II y III (600 MW de base).

Como puede apreciarse, esta alternativa presenta la variante gas natural (para producción de vapor y energía eléctrica) como la más factible de utilizar, dejando poco margen competitivo a las restantes (fuel oil y carbón).

6.3.2. RIO CHUBUT

Comprende el Embalse Florentino Ameghino en la Provincia de Chubut.

Este área se encuentra cercana a los gasoductos provenientes de Cerro Redondo y Cañadón Seco y a unos 300 km de la futura destilería de Comodoro Rivadavia.

Posee una central hidroeléctrica que podría generar 45 MWe y que se encontrará en 1981 unida al Sistema Nacional Interconectado.

En esta alternativa se presenta la posibilidad de satisfacer las necesidades de energía eléctrica desde el SNI y las de vapor mediante el gas natural, quedando el fuel-oil como posibilidad secundaria.

6.3.3. RIO LIMAY

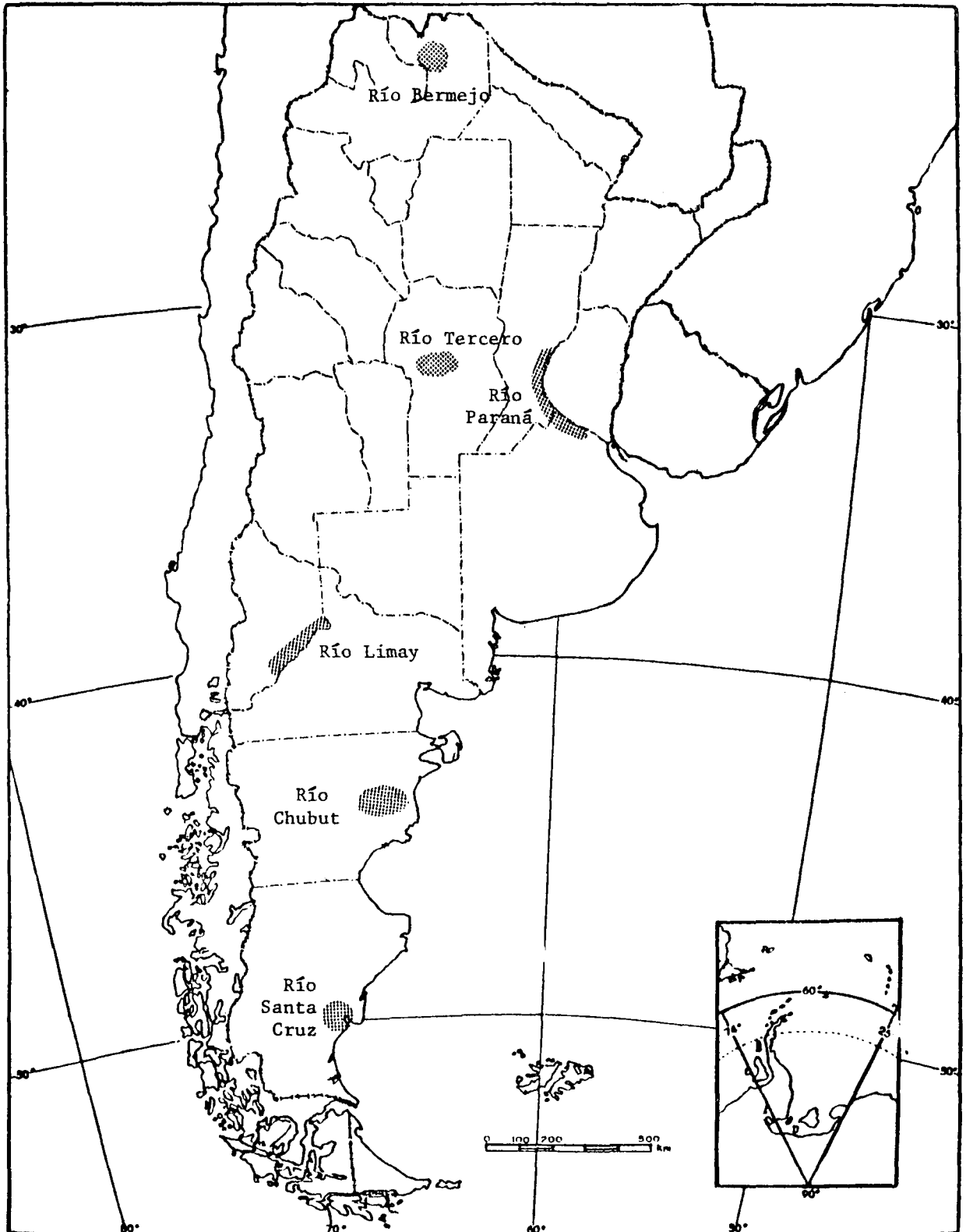
Los límites de este área son el embalse Ramos Mexía y desde allí el río Limay hasta su unión con el río Neuquén.

Grandes reservas de gas se canalizan a través del gasoducto Oeste que nace en Plaza Huincul y otras confluirán en el gasoducto del Centro-Oeste.

La destilería de Plaza Huincul provee fuel-oil al fueleoducto Plaza Huincul-Challacó. La misma se encuentra en ampliación y en etapa de proyecto la construcción del fueleoducto Challacó-Allen.

FIGURA 6-1

AREAS PRESELECCIONADAS



En cuanto a energía eléctrica, el área se encuentra dentro de una zona de suministro privilegiado: Central Hidroeléctrica El Chocón en funcionamiento, Planicie Banderita y Arroyito en construcción y los complejos Alicopá y Limay medio en proyecto.

En este área se hallan posibilidades muy convenientes y de alta confiabilidad de suministros para gas natural, fuel-oil y energía hidroeléctrica.

6.3.4. RIO TERCERO

El Embalse Río Tercero, en la Provincia de Córdoba, cuenta con el gasoducto del Norte que pasa aproximadamente a 100 km y el del Centro-Oeste, cuyo trazado en dirección a Villa María hará que se encuentre a una distancia similar a la anterior.

Para el abastecimiento de fuel-oil debería recurrirse a transportarlo desde la destilería de San Lorenzo.

La energía eléctrica, por su parte, está asegurada a través del servicio del SNI.

De lo dicho surge que la alternativa Río Tercero cuenta con la posibilidad de combinar gas natural y energía eléctrica del SNI, quedando el fuel-oil como alternativa secundaria de suministro.

6.3.5. RIO BERMEJO

Se denomina así al área acotada por la unión de los ríos San Francisco y Bermejo (Provincia de Salta) y la población de Manuel Elordi.

Por la zona pasa el gasoducto del Norte y se encuentra a 120 km la destilería de Campo Durán que provee fuel-oil.

Debido a que la red eléctrica interconectada es débil y la oferta actual limitada, es el proyecto hidroeléctrico de Zanja del Tigre la posibilidad más interesante a corto plazo en cuanto a suministro de energía elétrica.

Esta alternativa deposita toda su viabilidad en la utilización de los combustibles gas natural y fuel-oil, tanto para producción de vapor como de electricidad. La posibilidad de la hidroelectricidad es función de la concreción del proyecto Zanja del Tigre.

6.3.6. RIO PARANA

El área abarca el río Paraná desde la ciudad de Paraná hasta su desembocadura en el Río de la Plata.

Se descarta del análisis el tramo comprendido entre Corrientes y el túnel subfluvial Hernandarias, por las distancias que existen entre los centros de suministro de gas natural y fuel-oil y los probables emplazamientos aguas arriba de la ciudad de Paraná.

En consecuencia, quedan tres alternativas representativas dentro del tramo Paraná-Campana:

- Paraná
- Rosario
- Zárate (Atucha)

6.3.6.1. Paraná

El suministro de gas puede efectuarse mediante el gasoducto en construcción proveniente de San Lorenzo y el abastecimiento de fuel-oil desde la destilería de San Lorenzo a través de transporte fluvial o terrestre (aproximadamente 150 km).

La zona se encuentra dentro del Sistema Nacional Interconectado, teniendo de esta manera asegurado el suministro eléctrico.

6.3.6.2. Rosario

Pasa por aquí el gasoducto del Norte, que recibirá el aporte del futuro gasoducto Centro-Oeste y a pocos kilómetros se encuentra la destilería de San Lorenzo que suministra fuel-oil. Este probable emplazamiento se halla en la zona de servicio del SNI.

6.3.6.3. Zárate - Central Nuclear en Atucha

Al igual que el emplazamiento Rosario, el suministro de gas natural se efectúa mediante el gasoducto del Norte y el proyectado Centro-Oeste. La destilería de Campana suministra fuel-oil.

La futura Central Nuclear Atucha II (1982) podría, eventualmente, aportar vapor a la planta de agua pesada. Ello implicaría un corrimiento de los plazos del cronograma previsto (Capítulos 5 y 8), imposibilidad de satisfacer parcialmente el suministro de agua pesada para esa Central Nuclear, menor disponibilidad eléctrica del SNI y cambios sustanciales en el diseño de la parte convencional de la central (Anexo X). Todas estas razones obligan a considerar poco favorable esta solución técnica.

6.3.7. SINTESIS

En la Tabla 6-1 se resumen las disponibilidades de combustible y energía eléctrica en los ocho emplazamientos considerados.

6.3.8. CONCLUSIONES

De la nómina de emplazamientos analizados se consideran como satisfactorios únicamente las áreas Río Limay y Río Paraná; esta última en las variantes Rosario y Zárate.

Los caudales y calidad del agua aseguran este insumo, mientras que su composición isotópica se puede considerar aceptable.

Las tres alternativas cuentan con posibilidades muy convenientes desde el punto de vista del suministro eléctrico y de combustibles, siendo alto el grado de confiabilidad.

6.3.9. AREA RECOMENDADA

Al profundizar las consideraciones sobre los tres emplazamientos elegidos resulta que:

-La fuente Río Limay exhibe calidad superior a la del Río Paraná.

-Debido a que el SNI puede considerarse una oferta difundida, el suministro de electricidad no marca, en primera instancia, diferencias entre cada uno de los emplazamientos. Sin embargo, como la estructura tarifaria explícita en términos económicos la política de promoción regional de la conducción del Sector Energético, se reconoce al área Río Limay como la más conveniente.

-El abastecimiento de combustibles no puede ser considerado en términos similares en los tres emplazamientos, ya que debe favorecerse el consumo en las fuentes de producción. La ventaja proviene de salvar un transporte cuyo importe paga el Sector como un todo. Pensando en tales términos surge el área Río Limay como la más ventajosa de las tres consideradas.

Por lo expuesto, para la selección de emplazamiento de la planta de agua pesada se recomienda el siguiente orden de prioridad:

- 1) Area Río Limay
- 2) Area Río Paraná - Variantes Rosario y Zárate

TABLA 6-1

DISPONIBILIDADES DE COMBUSTIBLES Y ENERGIA ELECTRICA

INSUMO AREA	G A S	FUEL - OIL	ENERGIA ELECTRICA
Rfo Santa Cruz	- Gasoducto Cerro Redondo-Buenos Aires (a 50 km)	- Futura destilería de Comodoro Rivadavia (a 500 km)	- Sin interconexión al SNI - Proyecto hidroeléctrico Santa Cruz I, II y III (600 MW)
Rfo Chubut	- Gasoducto Cerro Redondo-Buenos Aires - Gasoducto Cañadón Seco-Buenos Aires (a 50 km)	- Futura destilería de Comodoro Rivadavia (a 300 km)	- Central hidroeléctrica Florentino Ameghino de 45 MW - Con interconexión al SNI para 1981
Rfo Limay	- Gasoducto del Oeste - Gasoducto del Centro-Oeste (proyecto)	- Destilería de Plaza Huincul - Fueleoducto Plaza Huincul-Challacó (en ampliación) - Fueleoducto Challacó-Allen (proyecto)	- Con interconexión al SNI - Central Hidroeléctrica El Chocón - Central hidroeléctrica Planicie Banderita (en construcción) - Central hidroeléctrica en Arroyito (en construcción)
Rfo Tercero	- Gasoducto del Norte (a 100 km) - Gasoducto del Centro-Oeste (proyecto, a 100 km)	- Destilería de San Lorenzo (a 400 km)	- Con interconexión al SNI
Rfo Bermejo	- Gasoducto del Norte	- Destilería de Campo Durán (a 120 km)	- Sin interconexión al SNI, interconectado al subsistema NOA - Proyecto hidroeléctrico de Zanja del Tigre
Rfo Paraná: Paraná	- Gasoducto en construcción desde San Lorenzo	- Destilería de San Lorenzo (a 150 km)	- Con interconexión al SNI
Rfo Paraná: Rosario	- Gasoducto del Norte, más el futuro aporte del gasoducto Centro-Oeste	- Destilería de San Lorenzo (a 30 km)	- Con interconexión al SNI
Rfo Paraná: Zárate	- Gasoducto del Norte, más el futuro aporte del gasoducto Centro-Oeste	- Destilería de Campana (a 30 km)	- Con interconexión al SNI

6.4. MACROLOCALIZACION

Recomendada al área río Limay como prioridad uno, se analiza con mayor detalle las posibilidades puntuales de emplazamiento en la misma, utilizando los criterios de selección tanto de primero como de segundo orden, enunciados en 6.1.

6.4.1. ABASTECIMIENTO DE AGUA

El área considerada (Figura 6-2) se caracteriza por el hecho de que cualquier emplazamiento que se elija dentro de ella posee suficiente caudal de agua como para que sea satisfecha la demanda máxima en forma segura y continua.

Por otra parte, los reservorios naturales que implican el lago Ramos Mexía y el compensador del Chocón aumentan sensiblemente las condiciones de seguridad.

La presa de Arroyito regulará, aguas abajo, el caudal del último tramo del río Limay entre los valores de 350 y 1500 m³/seg y si bien parte de éste se destinará a riego, los 100 m³/seg necesarios para la planta de agua pesada también se pueden considerar asegurados en este tramo del río.

La calidad de las muestras de agua analizadas (Anexo V, pag. V-7) indican las buenas condiciones de esta fuente. Con respecto al contenido de Deuterio, el valor de 144 ppm registrado (Anexo IV-Figura 3) también señalan la aceptabilidad del área desde este punto de vista.

6.4.2. SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA (Figura 6-3)

El mercado eléctrico del Comahue comprende el área río Limay. En el se encuentra en funcionamiento la central hidroeléctrica El Chocón y en construcción las centrales de Planicie Banderita y la de la presa compensadora de El Chocón en Arroyito. La primera de éstas se encuentra próxima a entrar en operación y la segunda está prevista para 1980. Completan el programa hidráulico de la región los proyectos de Alicopá, Limay medio y el de la presa compensadora de la Central Planicie Banderita.

El complejo El Chocón-Cerros Colorados se encuentra unido con los mercados eléctricos del Gran Buenos Aires-Litoral y el de la Provincia de Buenos Aires. Para 1980 se estima la extensión de la interconexión del SNI, en cuyo caso estarían incorporados los mercados eléctricos de Córdoba, Cuyo y Patagónico Centro.

Todo esto indica la gran seguridad de la oferta para el suministro eléctrico a la planta de agua pesada, reforzada aún más por la Ley Nacional N° 17574 que establece, para la región del Comahue, que la demanda local de energía tendrá prioridad de despacho y beneficios tarifarios.

En el área en estudio existe la posibilidad de unirse a las líneas de alta tensión para recibir el suministro de potencia de la manera más económica posible, y dicha situación favorable dependerá de la mayor o menor proximidad a la estación transformadora de la central hidroeléctrica El Chocón o, en el caso más desfavorable, a la estación transformadora de 132 kV en la ciudad de Neuquén, que está unida a la primera por líneas de alta tensión de 132 kV.

Además, si el emplazamiento de la planta de agua pesada se ubica en las proximidades de la central hidráulica de la presa compensadora de El Chocón en Arroyito, la facilidad y seguridad de suministro eléctrico se refuerza por la necesaria interconexión de esta última con El Chocón.

Resumiendo, desde el punto de vista de suministro de energía eléctrica, el emplazamiento de la planta de agua pesada debería ubicarse dentro del tramo comprendido entre las estaciones transformadoras de El Chocón y la de Arroyito.

6.4.3. ACCESIBILIDAD A LOS COMBUSTIBLES

6.4.3.1. Gas natural

La cuenca neuquina, con 72.000 millones de m^3 , es la segunda en el orden nacional en cuanto a reservas comprobadas de gas natural (36% del total).

De la misma nace el gasoducto del Oeste, que entrega en la actualidad 9 millones de m^3 /día y el de Plaza Huincul-Conesa de 0,5 millones de m^3 /día.

FIGURA 6-2

AREA RIO LIMAY

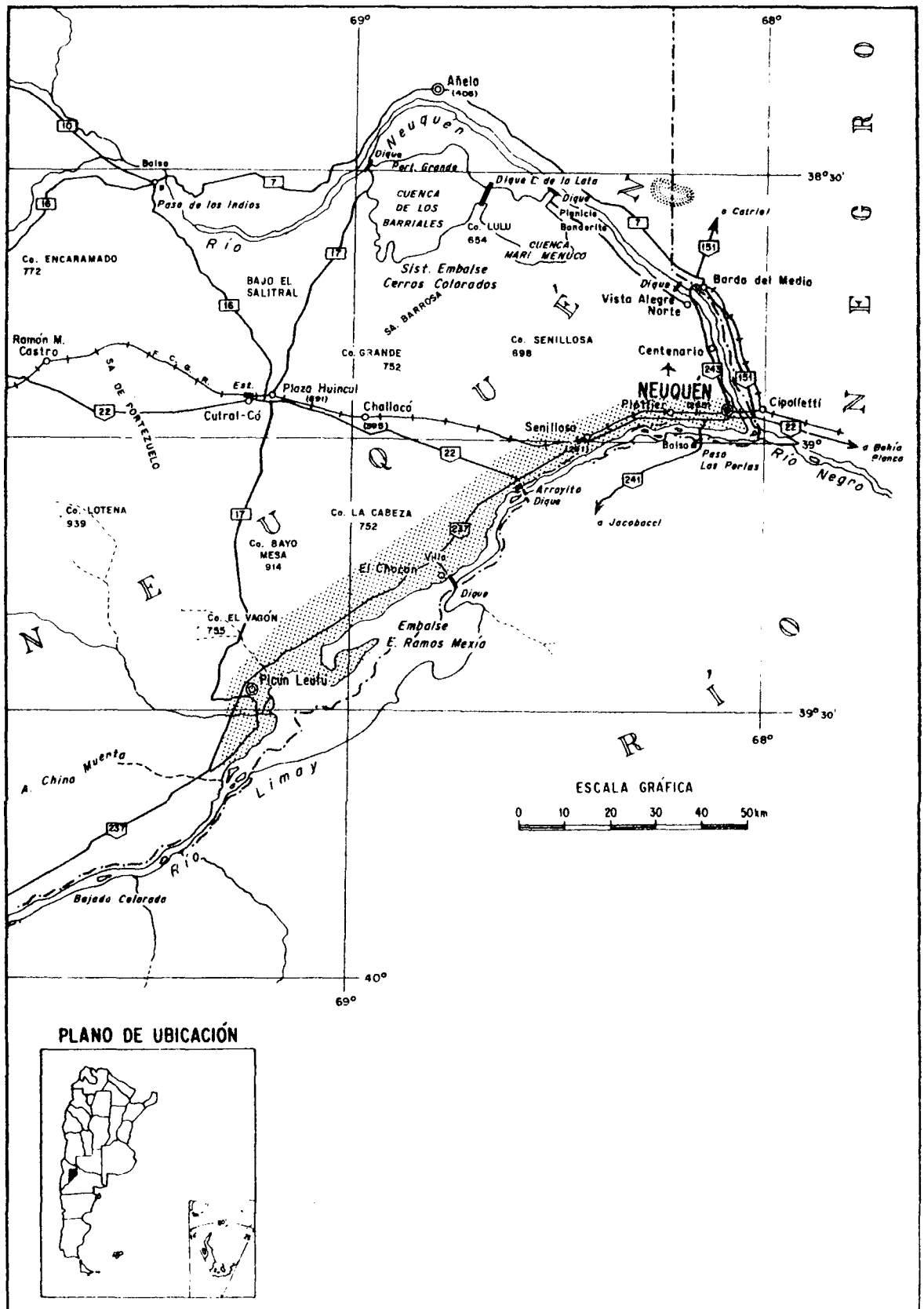
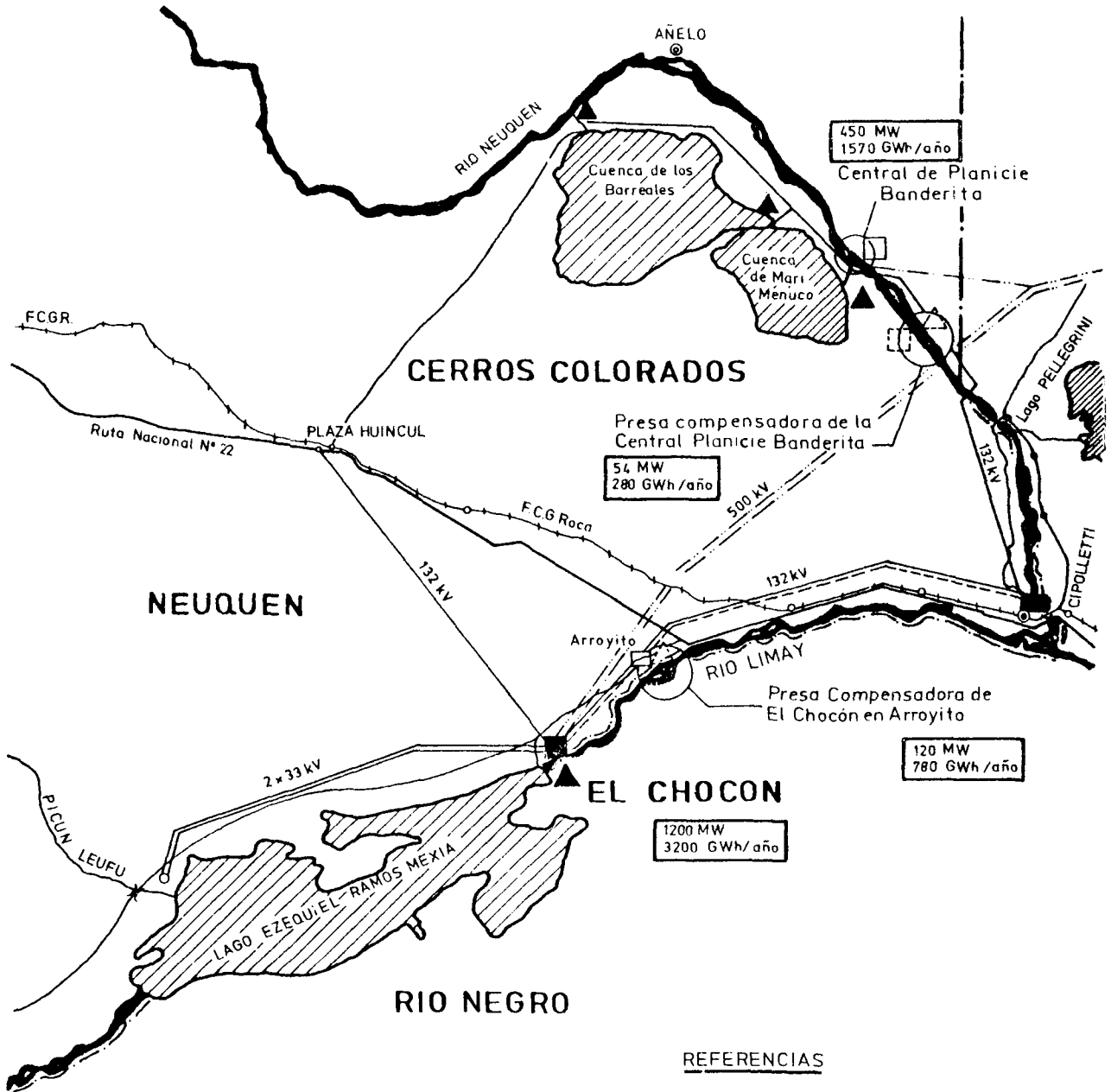


FIGURA 6-3 - SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA -



También tendrá su origen aquí el gasoducto del Centro-Oeste que transportará en 1980 más de 8 millones de $\text{m}^3/\text{día}$. La red de gasoductos troncales que atraviesa la zona se puede apreciar en la Figura 6-4.

El gasoducto Plaza Huincul-Conesa de 8 pulgadas de diámetro debe descartarse como posible proveedor, puesto que sus 0,5 millones de $\text{m}^3/\text{día}$ no llegan a satisfacer los requerimientos de la planta de agua pesada (1 millón de $\text{m}^3/\text{día}$).

El producto transportado por el gasoducto del Oeste es procesado en la planta deetanizadora Centenario. La misma tiene una capacidad de tratamiento de 6 millones de $\text{m}^3/\text{día}$ y será modificada para operar con 14 millones de $\text{m}^3/\text{día}$, pues se proyecta conectar allí el gasoducto del Centro-Oeste.

Esta situación confiere a la planta Centenario la cualidad de ser el lugar más conveniente para iniciar el tendido del ducto que transporte el gas a la planta de agua pesada, pues la confluencia de los dos gasoductos la convierte en punto de gran confiabilidad de suministro.

Lo expresado tiene directa influencia sobre la selección del emplazamiento ya que deberá buscarse el menor recorrido posible para el gasoducto que una la planta de agua pesada con el lugar de toma (Centenario).

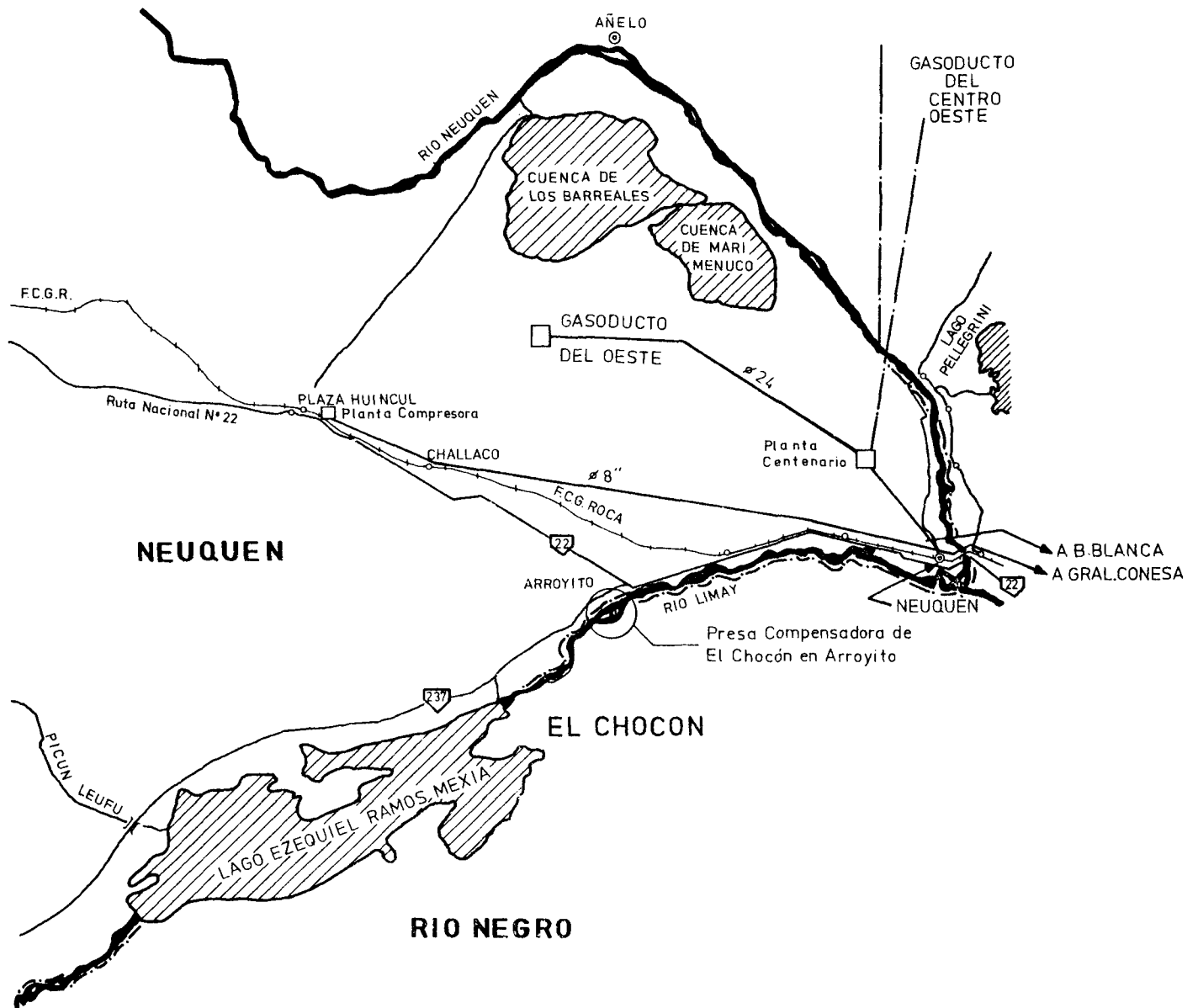
6.4.3.2. Fuel-Oil

La cuenca neuquina es también la segunda en importancia en cuanto a reservas comprobadas de petróleo (30% del total).

En Plaza Huincul se levanta la destilería de Yacimientos Petrolíferos Fiscales que a fines de 1975 tendrá una capacidad de destilación de $4.000 \text{ m}^3/\text{día}$, de los cuales el 45% estará destinado a la producción de fuel-oil ($1.800 \text{ m}^3/\text{día}$).

Las necesidades de la planta de agua pesada son cercanas a $900 \text{ m}^3/\text{día}$ y si se procede a utilizar este combustible para generar vapor, se deberán tomar las medidas necesarias para asegurar dicho volumen de suministro para el año 1980.

FIGURA 6-4 -GASODUCTOS-



REFERENCIAS

- Gasoductos existentes
- - - Gasoducto proyectado
- Plantas compresoras o de tratamiento

6.4.6. PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE

Para efectuar el estudio de estas condiciones se ponderan como parámetros fundamentales la capacidad de dilución del ambiente, la distribución de la población, el asentamiento industrial y la utilización del suelo para actividades agropecuarias.

El análisis y las evaluaciones de los mismos se describen en el Anexo VII y dan como resultado que, desde el punto de vista de la protección ambiental sea el área río Limay la más recomendable para el emplazamiento de la planta considerada, frente a otras áreas observadas.

Para la elección de ubicaciones puntuales se recurre a la observación "in situ" de la zona. La misma permite constatar que en las cercanías de Arroyito no hay asentamientos poblacionales, ni el aprovechamiento agropecuarios, ni uso de las aguas del Limay para el consumo.

Por fuera de la zona acotada, aguas abajo del río Limay, comienzan a incidir negativamente la presencia de una actividad productiva primaria que tenderá a incrementarse a medida que continuen los planes de colonización provincial, en tanto que todo emplazamiento aguas arriba aleja a la planta de parte de la infraestructura necesaria.

Con posterioridad a esta elección se estudian los probables efectos de la planta en funcionamiento normal y se evalúan algunas hipótesis accidentales (VII.4 y VII.5) que concluyen en forma favorable para el asentamiento elegido.

6.4.7. TRANSPORTE

Los accesos al área río Limay para el transporte de materiales y equipos durante la construcción deben ser efectuados exclusivamente por vía terrestre.

El Ferrocarril General Roca (trocha ancha) une las ciudades de Buenos Aires y Bahía Blanca con la ciudad de Neuquén. Desde aquí corre paralelamente el río Limay hasta la población Senillosa, para luego ir subiendo hacia Challacó, Plaza Huincul, Cutral-Có y Zapala. En la estación Senillosa

se encuentra una amplia playa de maniobras y descargas que demostró su operabilidad con los equipos y materiales destinados a las obras de El Chocón.

En lo que respecta a caminos el área se encuentra atravesada por la Ruta Nacional N° 22 que llega hasta Arroyito y desde allí por la Ruta Nacional N° 237, que se extiende en dirección a San Carlos de Bariloche, siendo ambas pavimentadas. Por su parte la Ruta 22 comunica el área río Limay con los puertos de San Antonio Oeste, Bahía Blanca y Buenos Aires hacia el este y con Challacó, Plaza Huincul y Zapala hacia el oeste.

Las consideraciones de detalle se encuentran en el Anexo XII.

6.4.8. MANO DE OBRA

La existencia en el área de una profusa actividad relacionada con la industria petrolera, gasífera y eléctrica ha llevado a conformar una oferta sólida de mano de obra.

No registrándose problemas para disponer de trabajo no calificado, el interés se vuelva inmediatamente en la mano de obra especializada .

A nivel intermedio son muy satisfactoras las posibilidades de contar con técnicos de amplia experiencia. En cuanto al nivel superior muchos de los requerimientos de la planta, -tanto en su etapa de construcción como de operación- podrán ser provistos localmente.

Un análisis pormenorizado se halla en "Desarrollo de Recursos Humanos a nivel medio. Provincia del Neuquén" realizado por el Consejo Federal de Inversiones (CFI), obra a la que se remite. Sin embargo es importante destacar expresamente las muy favorables condiciones que las construcciones hidráulicas han creado en el personal dedicado a obra civil. Además, especialidades como soldadura, electrotécnica e instrumentación también tienen un nivel similar al de los mercados de trabajo más importantes del país.

Debe destacarse que la Universidad Nacional del Comahue puede, de ser necesario, introducir en sus planes de estudio materias que satisfagan directamente los requerimientos de la producción de la planta. Ello

es posible por el tiempo de maduración del proyecto y la incidencia que el mismo tendrá en el mercado laboral del área.

6.4.9. EMPLAZAMIENTO SELECCIONADO

De la ponderación de los factores enunciados en microlocalización surge que es el suministro de energía eléctrica -por economía y confiabilidad- quien acota la ubicación de la planta en el tramo comprendido entre las estaciones transformadoras de El Chocón y la de Arroyito.

Del estudio del suministro de gas natural resulta que la elección del emplazamiento debe ser lo más próxima posible a la Planta Centenario. Esta instancia, compatibilizada con la primera, obliga a reconocer a Arroyito como el sitio más ventajoso.

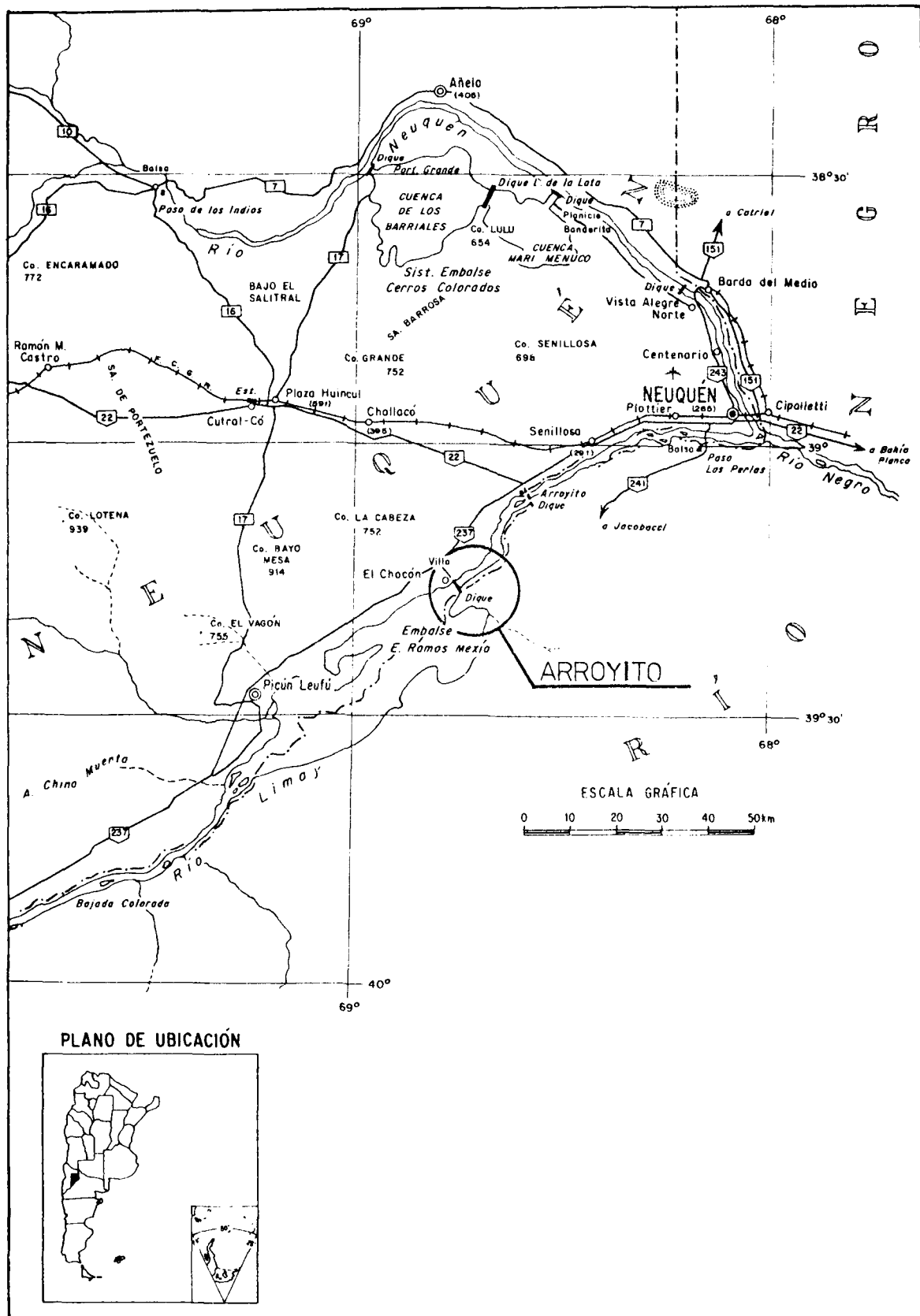
Dicha afirmación se ve reforzada al incluir el transporte de fuel-oil, ya que es Arroyito el lugar más cercano a Challacó por ruta y es a la vez un asentamiento conveniente para una probable interconexión al fueleoducto Plaza Huincul-Challacó o al proyectado Challacó-Allen.

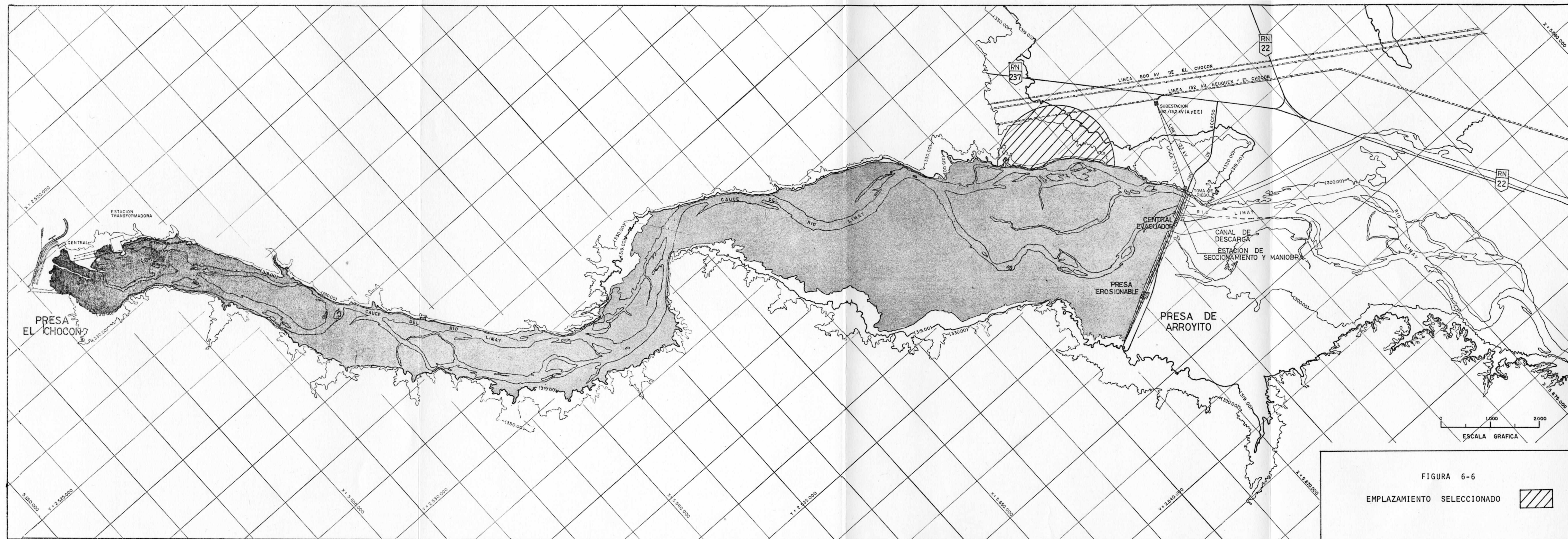
Por último, también el mencionado lugar es el más favorable, considerándolo desde la no menos importante óptica de la protección del medio ambiente.

De lo dicho se concluye recomendar a la localidad de Arroyito (Provincia de Neuquén) como el emplazamiento más conveniente para la planta de agua pesada (Figura 6-5) y a la barda ubicada entre los mojones "Loma Larga" y "El Mellao" como la primera aproximación a la ubicación exacta (Figura 6-6).

FIGURA 6-5

UBICACION DE ARROYITO





CAPITULO 7

Participación nacional

C A P I T U L O 7

I N D I C E

7.1.	INTRODUCCION	7-1
7.2.	PRINCIPALES PARTES CONSTITUTIVAS DE LA PLANTA DE AGUA PESADA	7-1
7.3.	LISTA TENTATIVA DE SUMINISTRO NACIONAL E IMPORTADO	7-2
7.4.	CONCLUSIONES	

FIGURAS

7-1 Secciones de la Planta de D₂O

7.1. INTRODUCCION

La Comisión Nacional de Energía Atómica ha enunciado, dentro de los objetivos generales del Plan Nuclear, el propósito de fomentar la mayor participación posible de la industria nacional en la tecnología nuclear, asegurando el incremento sostenido de la misma en el desarrollo de todos sus proyectos.

Para la planta de agua pesada, el nivel de participación estimado es del 48% (Capítulo 9), elevándose para futuras instalaciones principalmente en el rubro tecnología.

La industria nacional tiene la posibilidad de ofertar los suministros necesarios para esta planta, ya que la misma, si bien posee una cierta complejidad técnica, no pasa de ser una instalación convencional de la industria química pesada.

Por ello, el análisis pormenorizado de las distintas partes constitutivas de la planta permite conocer con mayor exactitud el grado de aprovisionamiento que la industria nacional está en condiciones de satisfacer.

7.2. PRINCIPALES PARTES CONSTITUTIVAS DE LA PLANTA DE AGUA PESADA

La Figura 7-1 muestra las principales secciones de la planta, en ellas pueden distinguirse las específicas, de existencia obligada, y las anexas, cuya inclusión es función de la solución adoptada (i.e.: Generador de energía eléctrica, planta productora de H_2S , etc.).

La información recibida hasta el presente impide detallar minuciosamente los componentes de cada sección, fundamentalmente los de intercambio isotópico, concentración final, control y sistemas de manejo del H_2S y del gas inerte. Todas estas partes constituyen el núcleo principal de la planta y sus diseños pertenecen a empresas particulares que utilizan la información reservadamente. A su vez, como los equipamientos varían con cada diseño, resulta dificultoso precisar el probable suministro nacional.

No obstante, con el propósito de lograr una lista tentativa de suministro nacional e importado, se recurre a los conocimientos que se tienen

de las últimas instalaciones realizadas en el mundo y a preofertas recibidas de distintas firmas que operan en el mercado.

7.3. LISTA TENTATIVA DE SUMINISTRO NACIONAL E IMPORTADO

Los principales rubros que comprende la planta desde el punto de vista de equipos y materiales son:

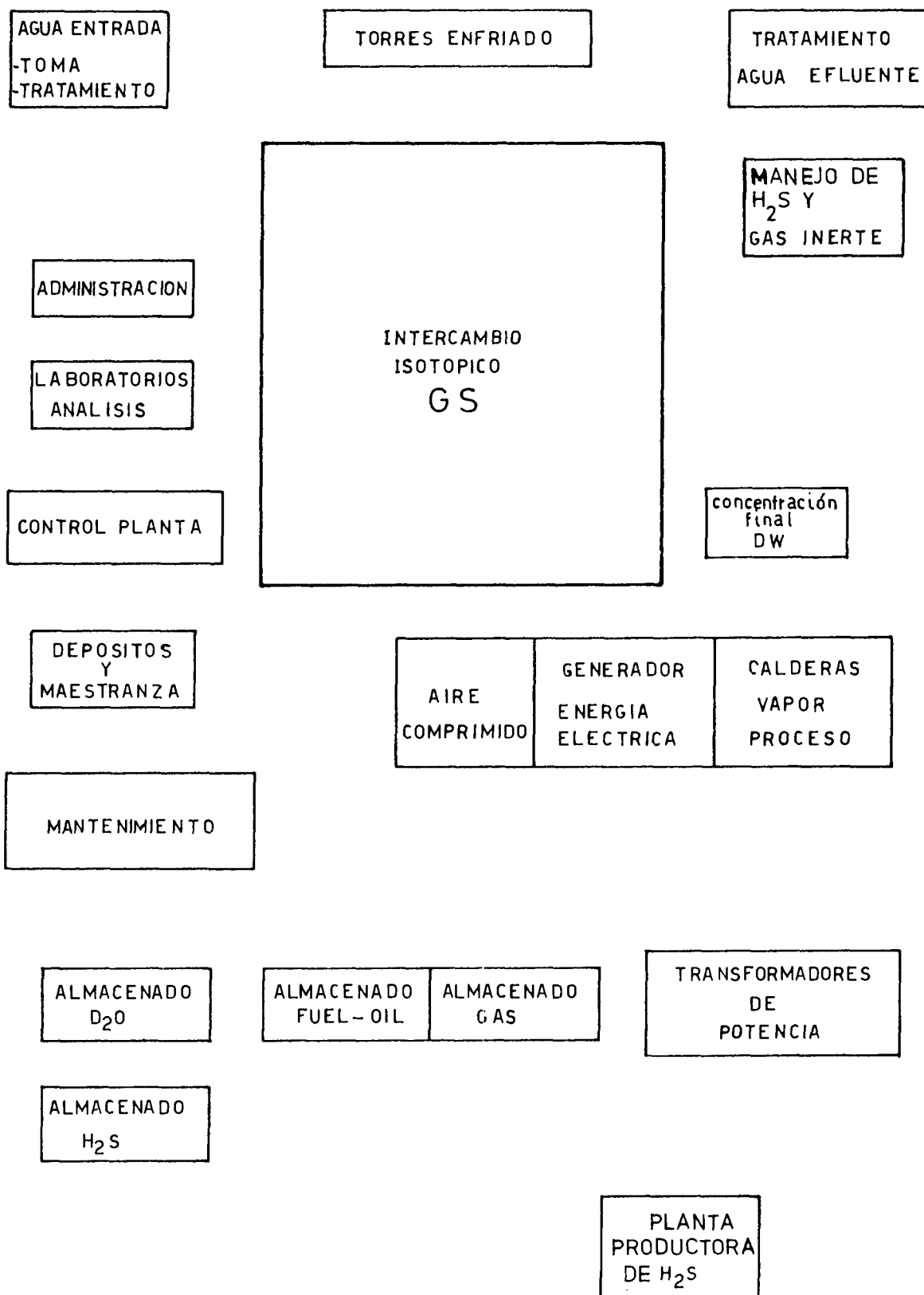
- Fundaciones
- Torres
- Intercambiadores
- Tanques
- Bombas y compresores
- Cañerías, válvulas y accesorios
- Edificios
- Estructuras
- Instrumentos
- Aislaciones
- Protección contra incendio
- Elementos eléctricos
- Pintura
- Equipos especiales

De estos se discrimina la lista que figura a continuación, donde se destacan algunas características sobresalientes (dimensiones-materiales) y se indica el origen del suministro.

Las abreviaturas utilizadas son:

AC	Acero al carbono
AI	Acero inoxidable
F	Fundición hierro
A	Suministro argentino
PA	Probable suministro argentino
I	Suministro importado

FIGURA 7-1: -SECCIONES DE LA PLANTA DE D₂O-



NOTAS:

- a) EL ESQUEMA DENOTA N° DE SECCIONES
- b) NO INDICA ESCALA, NI UBICACION FINAL

LISTA DE EQUIPOS	MATERIAL	ORIGEN
1.- TORRES DE INTERCAMBIO		
1ra.Etapa, 77m x 8m Ø x 8cm	AC	I
2da.Etapa, 70m x 7m Ø	AC	I
3ra.Etapa, 66m x 3m Ø	AC	A
" 63m x 3m Ø	AC	A
Otras torres de menor tamaño que las de la 1ra.y 2da. etapa	AC	A
2.- PLATOS DE LAS TORRES DE LA 1ra.ETAPA	AI	I
3.- PLATOS DE LA TORRE DE LA 2da. ETAPA	AI	I
4.- PLATOS DE LA TORRE DE LA 3ra. ETAPA	AI	PA
5.- RELLENO PARA LAS TORRES	AI	I
6.- INTERCAMBIADORES DE CALOR		
15m x 1,2m Ø de 105 t		I
15m x 1,3m Ø de 75 t		PA
Intercambiadores de calor de menor peso y dimensiones		A
7.- TANQUES		
15m x 6m Ø de 100 t	AC	PA
Otros tanques de menores dimensiones	AC	A
Otros tanques de menores dimensiones	AI	A
8.- SISTEMA DE CAÑERIAS DE LA PLANTA	AC	A
9.- SISTEMA DE CAÑERIAS DE LA PLANTA	AI	A
10.- VALVULAS PARA SERVICIO GENERAL		
Mayores de 25cm Ø	AI	PA
Menores de 25cm Ø	AC	A
11.- VALVULAS PARA SERVICIO CORROSIVO		
Mayores de 25cm Ø	AI	I
Menores de 25cm Ø (depende la provisión del tamaño de la válvula)	AI	A
12.- COMPRESORES DE H ₂ S, SISTEMA DE SELLOS Y LUBRICACION		
1ra. Etapa, 69 t peso		I

LISTA DE EQUIPOS	MATERIAL	ORIGEN
2da. Etapa, 69 t peso		I
3ra. Etapa, 20 t peso		PA
13.- BOMBAS PARA IMPULSION DE AGUA CON H ₂ S		
Bombas de la 1ra. Etapa, de 2 t peso	AI	I
Bombas de la 2da. Etapa, de 1 t peso	AI	PA
Bombas de circulación de líquido, de menores dimensiones	AI	A
14.- BOMBAS DE SERVICIO GENERAL	F	A
15.- COMPRESORES CIRCULADORES DE H ₂ S DESDE Y HACIA LOS TANQUES DE ALMACENADO		PA
16.- BOMBAS DOSIFICADORAS, DE PISTON Y DE DIAFRAGMA	AI	A
17.- UNIDAD DE DESTILACION CONCENTRA- DORA DE AGUA PESADA	AI	I
18.- SISTEMA DE SUMINISTRO DE NITROGENO		PA
19.- AISLACION PARA CAÑOS Y EQUIPOS		A
20.- PINTURAS		A
21.- MOTORES ELECTRICOS, INCLUIDOS MOTORES DE 7.000 HP		A
22.- SISTEMA DE TOMA Y TRATAMIENTO DE AGUA		A
23.- TORRES DE ENFRIAMIENTO		A
24.- SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTE		PA
25.- COMPRESORES NO LUBRICADOS DE AIRE COMPRIMIDO (para instrumentos)		I
26.- CALDERAS DE VAPOR DE PROCESOS		A
27.- GENERADOR ELECTRICO DE EMERGENCIA		
Alternador		A
Grupo Diesel		A
Turbinas de Gas (alternativa)		I
28.- SISTEMA ELECTRICO		
Cableado		A
Tableros		A
Transformadores de potencia		A

LISTA DE EQUIPOS	MATERIAL	ORIGEN
29.- ASCENSORES		A
30.- SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO		A
31.- EQUIPOS DE VENTILACION		A
32.- OBRA CIVIL		A
Mampostería y hormigón armado		A
Estructuras de acero		A
33.- SISTEMA DE CONTROL Y OPERACION DE VALVULAS		
Operadores de gran potencia		I
Operadores de mediana y baja potencia		PA
34.- MEDIDORES CONVENCIONALES DE PRESION, TEMPERATURA Y CAUDAL		A
35.- TRANSDUCTORES DE SEÑAL		I
36.- EQUIPOS DE CONTROL ELECTRONICO Y NEUMATICO		
40% del equipamiento		PA
60% del equipamiento		I
37.- EQUIPOS DETECTORES DE CONCENTRACIONES PELIGROSAS EN EL AIRE		I
38.- EQUIPOS MEDIDORES DE CONCENTRACION DE DEUTERIO		I

7.4. CONCLUSIONES

Las consultas efectuadas a los probables proveedores de equipos y materiales, permite estimar la siguiente participación porcentual de suministros nacionales:

Fundaciones	100 %
Torres	20 %
Intercambiadores	30 %
Tanques	80 %
Bombas y compresores	20 %
Cañerías, válvulas y accesorios	50 %
Edificios	100 %
Estructuras	90 %
Instrumentos	20 %
Aislaciones	100 %
Protección contra incendio	100 %
Elementos eléctricos	80 %
Pintura	100 %
Equipos especiales	20 %

Para obtener la participación nacional promedio se deberá conocer el costo de cada uno de los suministros arriba mencionados. Esta tarea se realiza en el Capítulo 9 y se halla sintetizada en el Cuadro 9-1.

CAPITULO 8

Cronogramas

C A P I T U L O 8

I N D I C E

8.1.	CRONOGRAMAS	8-1
8.2.	CONCLUSIONES	8-3

CRONOGRAMAS

- Del Concurso de Ofertas y Contratación
- De Construcción
- General

8.1. CRONOGRAMAS

Para la planificación del desarrollo temporal de las tareas que permitan poner en régimen una planta de agua pesada, se debe tener en cuenta que existen actividades que efectúa en forma exclusiva la Comisión Nacional de Energía Atómica y otras que son ejecutadas principalmente por terceros.

La secuencia y duración de las primeras, que comprenden desde la confección de pliegos hasta la entrada en vigencia del contrato, puede verse en el Cronograma del Concurso de Ofertas y Contratación. El mismo es independiente del método y módulo de producción elegido y resulta función de los mecanismos que maneja la CNEA encuadrada dentro de las disposiciones legales vigentes.

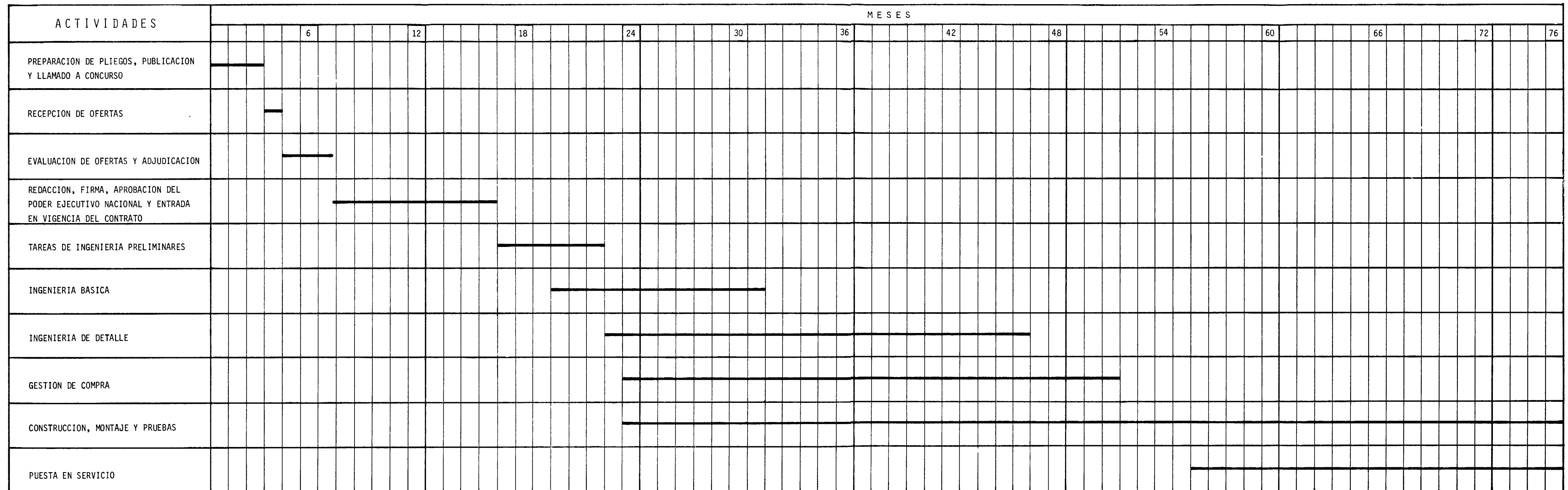
En cuanto a las segundas -Ingeniería, Gestión de Compra, Construcción, Montaje y Puesta en servicio de la Planta- dependen del método y módulo de producción elegido. El detalle de las actividades mencionadas, su duración y secuencia para una planta del orden de las 400 t/a de producción por el método de intercambio isotópico ácido sulfhídrico/agua se establece en el Cronograma de Construcción. El mismo se confecciona con los datos suministrados por distintos oferentes.

La integración de los dos Cronogramas nos permite arribar al Cronograma General en donde se visualiza la duración total del proyecto y la de cada una de las actividades consideradas globalmente.

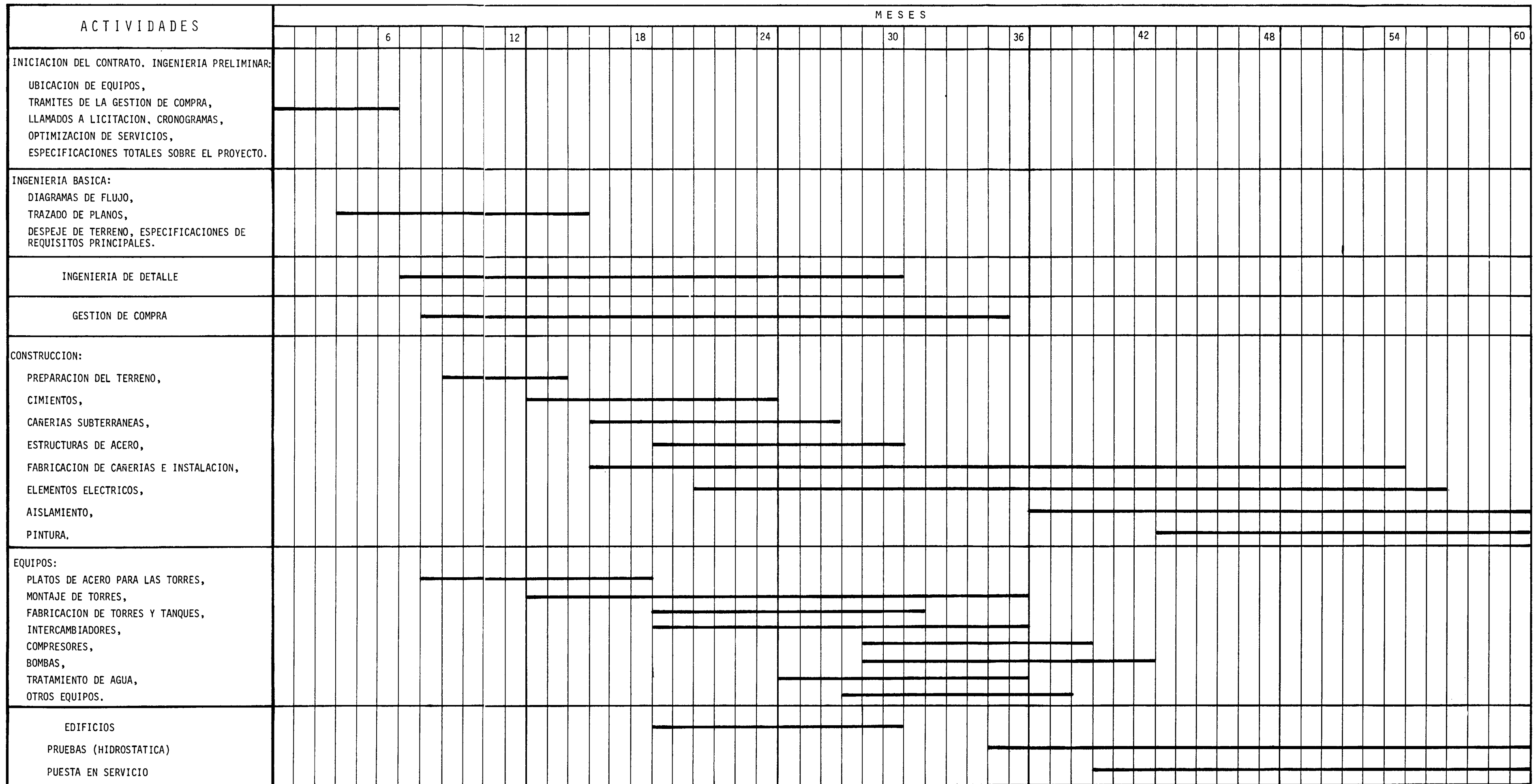
CRONOGRAMA DEL CONCURSO DE OFERTAS Y CONTRATACION

[illegible]

C R O N O G R A M A G E N E R A L



CRONOGRAMA DE CONSTRUCCION



8.2. CONCLUSIONES

Del análisis de los Cronogramas surge que:

- La fecha 1/1/1976 de iniciación de la construcción, considerada en el Capítulo 5, debe descartarse ya que para ello -y de acuerdo al Cronograma del Concurso de Oferta y Contratación- hubiere sido necesario comenzar las actividades en el último cuatrimestre de 1974.
- Para iniciar la producción alrededor del año 1981, la fecha de iniciación de la construcción, de acuerdo al Cronograma respectivo, no puede ubicarse más allá de mediados de 1976.

CAPITULO 9

Aspectos económicos - financieros

C A P I T U L O 9

I N D I C E

9.1.	ESTIMACION DEL COSTO DE PRODUCCION DE AGUA PESADA	9-1
9.1.1.	CONSIDERACIONES GENERALES	9-1
9.2.	COSTOS DEL AGUA PESADA	9-3
9.2.1.	COSTO TOTAL DE INVERSION	9-3
9.2.2.	COSTO UNITARIO DE INVERSION	9-5
9.2.3.	COSTO UNITARIO DE OPERACION	9-5
9.2.4.	COSTO UNITARIO DE PRODUCCION	9-5
9.3.	CONSIDERACIONES FINANCIERAS	9-7
9.3.1.	OBJETIVOS	9-7
9.3.2.	HIPOTESIS DE FINANCIACION	9-7

CUADROS

9-1	Discriminación por rubros del Costo de Inversión de la Planta de Agua Pesada
-----	--

9-2 Costos del Agua Pesada

9-3 Cuadro de Inversiones

9-4 Cuadro de Desembolsos

FIGURAS

9-1 Gráfico de Inversiones

9-2 Gráfico de Inversiones Acumuladas

9.1. ESTIMACION DEL COSTO DE PRODUCCION DE AGUA PESADA

9.1.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Más que efectuar una comparación económica entre distintas variantes -tal cual es norma en los estudios de factibilidad- se procede a analizar exclusivamente la solución única brindada por el análisis técnico. Esto se fundamenta en que dichos enunciados (Capítulos 4 y 5) quitan todo campo de variabilidad al examen económico y lo obligan a centrarse en la posibilidad técnicamente viable.

En síntesis, al no existir la necesidad de optar por bienes sustitutos se procede a realizar un simple análisis de costos que sirva de instrumento válido para la toma de decisión.

A efectos de establecer explícitamente las limitaciones de la estimación de costos, se detallan los supuestos fundamentales que informan el análisis:

- a) Se asume una política de promoción regional al tomar la estructura tarifaria para la República Argentina fijada por la Secretaría de Estado de Energía.
- b) Los datos económicos se toman al 30 de Abril de 1975.
- c) Los valores, a efectos de su homogeneización, se han expresado en dólares estadounidenses. La relación de cambio utilizada es:
1 U\$S = 15 \$.
- d) El costo total de inversión se ha discriminado en los siguientes grandes rubros:

I.- Equipos y materiales	56%
II.- Ingeniería y otros gastos de oficina	12%
III.- Mano de obra	24%
IV.- Gastos de obrador (oficina del obrador con su personal y suministros, equipos y herramientas de construcción)	8%
TOTAL	100%

A los efectos de estimar la participación nacional, el rubro Equipos y Materiales ha sido dividido en la siguiente forma:

Fundaciones	2,5%
Torres	30,0%
Intercambiadores	10,3%
Tanques	2,9%
Bombas y Compresores	8,2%
Cañerías, Válvulas y Accesorios	17,8%
Edificios	2,0%
Estructuras	2,9%
Instrumentos	7,3%
Aislamientos	3,4%
Protección contra fuego	0,1%
Elementos eléctricos	8,7%
Pintura	0,1%
Equipos especiales	<u>3,9%</u>
100% de Equipos y Materiales	

e) Las alternativas que se presentan para el tratamiento de los costos de inversión son:

- I.- Inversión lineal y simple (*)
- II.- Hacer incidir la tasa de interés (**)

Tomar la primer variante implica asumir que el capital disponible para el proyecto no debe pagar ningún interés. Normalmente, esta es una suposición realista cuando v.gr.: el Estado entrega presupuestariamente el monto a invertirse en un proyecto.

La alternativa II puede a su vez utilizar diferentes fórmulas para considerar la incidencia del interés, siendo las más comunes el "fondo de acumulación" y el "factor de recuperación del capital". Este último considera la recuperación del principal más los intereses.

(*) Este criterio sería el contenido en la Resolución de la Secretaría de Energía SEE N°35261 del 25 de Sept. 1974 para producción eléctrica, que centraliza en manos de la SEE la política de expansión.

(**) Este criterio es el utilizado en el Plan Trienal, ya que prevé que la política de expansión de las empresas esté a cargo de ellas mismas.

En este contexto, la amortización cumpliría la función de constituir un fondo de reposición a efectos de lograr la continuidad del proceso productivo (*).

Con el fin de mostrar la notable diferencia en el costo que introduce cada tipo de tratamiento de la inversión, se opta por calcular los diferentes costos con los criterios que mayor diferencia pueden dar, es decir, con amortización lineal simple y factor de recuperación de capital (**).

9.2. COSTOS DEL AGUA PESADA

9.2.1. COSTO TOTAL DE INVERSION

Para obtener el monto del capital invertido se procede a sumar al precio internacional obtenido de las consultas efectuadas, el costo de aquellos equipos excluidos de dichas consultas y obtenidos en el mercado local, tal como se detalla a continuación:

D E S C R I P C I O N	V A L O R (millones de U\$S)
MODULO DE PRODUCCION	211,0
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA	1,0
UNIDAD GENERADORA DE VAPOR	10,0
SISTEMA DE DISTRIBUCION DE COMBUSTI BLE HASTA LA PLANTA	4,4
SISTEMA DE RESERVA DE COMBUSTIBLE	1,0
REPUESTOS	2,0
CARGA INICIAL DE H ₂ S	0,1
GASTOS PROPIOS DEL COMPRADOR Y OTROS NO INCLUIDOS EN LA OFERTA	10,5
TOTAL	240,0

(*) Se hace la salvedad de que esto es válido en un esquema de tasa de inflación nula, ya que en caso de incremento sostenido del nivel general de precios deberá considerarse la pérdida del poder adquisitivo del dinero para el momento de la reposición.

(**) Si bien la adopción de un criterio u otro en el cálculo de costos se manifiesta como una diferencia en valor absoluto del resultado final, debe tenerse en cuenta que la selección del método será fundamental cuando deban evaluarse diferentes ofertas. Esto es obvio, ya que en este último caso pasa a tener influencia primordial la curva de gastos del proyecto y breves variaciones en la tasa de interés pueden cambiar el orden de economicidad de las ofertas.

Con este monto, y de acuerdo a la discriminación efectuada en 9.1.1 apartado d), se confecciona el Cuadro 9-1, en donde se indica también la probable participación por rubros de la industria nacional.

CUADRO 9-1
DISCRIMINACION POR RUBROS DEL COSTO DE INVERSION DE
LA PLANTA DE AGUA PESADA

RUBRO	MONTO (x10 ⁶ U\$S)	ORIGEN		PARTICIPAC. NACIONAL (%)
		NACIONAL (x10 ⁶ U\$S)	EXTRANJERO (x10 ⁶ U\$S)	
FUNDACIONES	3,36	3,36	-	100
TORRES	40,32	8,06	32,26	20
INTERCAMBIADORES	13,84	4,15	9,69	30
TANQUES	3,90	3,12	0,78	80
BOMBAS Y COMP.	11,02	2,20	8,82	20
CAÑERIAS, VALVULAS Y ACCESORIOS	23,92	11,96	11,96	50
EDIFICIOS	2,69	2,69	-	100
ESTRUCTURAS	3,90	3,51	0,39	90
INSTRUMENTOS	9,81	1,96	7,85	20
AISLACIONES	4,57	4,57	-	100
PROT.CONTRA FUEGO	0,13	0,13	-	100
ELEM.ELECTRICOS	11,69	9,35	2,34	80
PINTURA	0,13	0,13	-	100
EQUIPOS ESPECIALES	5,24	1,05	4,19	20
TOTAL EQUIPOS Y MATERIALES	134,52	56,24	78,28	42
ING.Y OTROS GASTOS DE OFICINA	28,80	5,76	23,04	20
MANO DE OBRA	57,60	40,32	17,28	70
GASTOS DE OBRADOR	19,20	13,44	5,76	70
T O T A L E S	240,12	115,76	124,36	48

9.2.2. COSTO UNITARIO DE INVERSION

En función de los dos criterios enunciados en el punto 9.1.1 apartado e) del presente capítulo, y considerando un plazo de amortización de 20 años, se calculan los costos unitarios de inversión para un nivel anual de producción de 400 toneladas métricas.

- 1) Utilizando amortización lineal y simple.
- 2) Usando el factor de recuperación de capital (FRC), con tasas de interés del 8, 10, 12 y 14% anual.

El Cuadro 9-2 sintetiza los resultados obtenidos.

9.2.3. COSTO UNITARIO DE OPERACION

El costo unitario de operación surge de los cálculos realizados en el Anexo 11, Costo de Operación, Tabla 15, para Fuel-Oil y Gas. En dicho cálculo se llega al siguiente valor:

Costo unitario de operación: 39,40 U\$S

9.2.4. COSTO UNITARIO DE PRODUCCION

La sumatoria de los valores obtenidos en 9.2.2 y 9.2.3 nos da el costo unitario de producción. Sin embargo, debido a los diferentes criterios en el tratamiento de los costos de inversión el resultado no es único. Es por ello que se confeccionó el Cuadro 9-2 que permite una comparación de los resultados alcanzados.

CUADRO 9-2

COSTOS DE AGUA PESADA

n = 20 años

CRITERIO	FACTOR	COSTO ANUAL DE INVERSION (U\$S)	COSTO UNITARIO DE INVERSION (U\$S/kg D ₂ O)	COSTO UNITARIO DE OPERACION (U\$S/kg D ₂ O)	COSTO UNITARIO DE PRODUCCION (U\$S/kg D ₂ O)
AMORTIZACION LINEAL Y SIMPLE	0,05	12.000.000	30	39,40	69,40
<u>F R C</u>					
TASA 8%	0,1019	24.456.000	61,14	39,40	100,54
TASA 10%	0,1175	28.200.000	70,50	39,40	109,90
TASA 12%	0,1339	32.136.000	80,34	39,40	119,74
TASA 14%	0,1510	36.240.000	90,60	39,40	130,00

9.3. CONSIDERACIONES FINANCIERAS

9.3.1. OBJETIVOS

El presente análisis se propone servir de guía para calcular en el tiempo las necesidades de moneda nacional y extranjera.

Para ello se procede a sistematizar los datos obtenidos en el Capítulo 7 (Participación Nacional), Capítulo 8 (Cronogramas) y puntos 1 y 2 del presente capítulo en un Cuadro de Inversiones. Esto permite visualizar la distribución, durante el período de construcción, del monto total de inversión (Ver también Figuras 9-1 y 9-2).

Las Hipótesis de Financiación detallan las condiciones que se supone regirán el mercado en el momento de firmarse el contrato. Si bien no se cree factible que coincidan exactamente con las reales, tampoco se considera probable que sus diferencias sean muy significativas

El Cuadro de Desembolsos, por último, sintetiza los desarrollos anteriores y permite contar con la guía a la cual se hacía mención anteriormente.

9.3.2. HIPOTESIS DE FINANCIACION

A - Crédito de Proveedor para el 90% de los bienes, servicios y suministros importados y un 15% del monto total de bienes y suministros importados para financiación interna de bienes, servicios y suministros nacionales. Este último monto seguirá una secuela de desembolsos proporcional al de las importaciones.

B - El 10% restante del valor de las importaciones de bienes, servicios y suministros se paga de la siguiente forma:

5% en momento de iniciarse la obra

5% en el mes n°31

C - El pago de intereses intercalares se realiza cada 6 meses a partir del desembolso efectivo (semestre vencido).

D - El plazo de amortización es de 15 años y la tasa de interés es del 8% sobre saldos impagos.

E - El primer pago por amortización se efectúa a los 6 meses de la recepción de la obra y así sucesivamente en 30 cuotas semestrales consecutivas.

F - No existe comisión de compromiso.

CUADRO DE INVERSIONES (EN 10⁶ US)

RUBRO	MES	1 - 6	7 - 12	13 - 18	19 - 24	25 - 30	31 - 36	37 - 42	43 - 48	49 - 54	55 - 60	TOTAL
FUNDAC.	N			1,68	1,68							3,36
	E											
TORRES	N		1,61	1,61	1,61	1,61	1,62					8,06
	E		6,45	6,45	6,45	6,45	6,45					32,25
INTERCAMB. DE CALOR	N				1,38	1,39	1,38					4,15
	E				3,23	3,23	3,23					9,69
TANQUES	N				1,56	1,56						3,12
	E				0,39	0,39						0,78
BOMBAS Y COMPRESR.	N						1,10	1,10				2,20
	E						4,41	4,41				8,82
CAÑERIAS, VALVULAS Y ACCESORIOS	N			0,80	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86		11,96
	E			0,80	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86		11,96
EDIFICIOS	N				1,35	1,35						2,70
	E											
ESTRUCTURA	N				1,76	1,76						3,52
	E				0,20	0,20						0,40
INSTRUMENT.	N			0,56	0,56	0,56	0,28					1,96
	E			2,24	2,24	2,24	1,12					7,84
AISLAM.	N							1,14	1,14	1,14	1,14	4,56
	E											
PROTECCION CONTRA FUEGO	N					0,09	0,04					0,13
	E											
ELEMENTOS ELECTRICOS	N			0,67	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	0,67	9,38
	E			0,17	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,17	2,32
PINTURA	N								0,04	0,05	0,04	0,13
	E											
EQUIPOS ESPECIALES	N								0,35	0,35	0,35	1,05
	E								1,40	1,40	1,40	4,20
SUB-TOTAL EQUIPOS Y MATERIAL.	N		1,61	5,32	13,10	11,52	7,62	5,44	4,73	4,74	2,20	56,28
	E		6,45	9,66	14,70	14,70	17,40	6,60	3,59	3,59	1,57	78,26
INGENIERIA	N	0,48	1,44	0,96	0,96	0,96	0,96					5,76
	E	1,92	5,76	3,84	3,84	3,84	3,84					23,04
MANO DE OBRA	N		2,40	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74	40,32
	E		1,04	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	17,28
OTROS GASTOS	N		0,80	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	13,44
	E		0,32	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	5,76
TOTAL MONEDA NACIONAL		0,48	6,25	12,60	20,38	18,80	14,90	11,76	11,05	11,06	8,52	115,80
TOTAL MONEDA EXTRANJERA		1,92	13,57	16,21	21,25	21,25	23,95	9,31	6,30	6,30	4,28	124,34
T O T A L		2,40	19,82	28,81	41,63	40,05	38,85	21,07	17,35	17,36	12,80	240,14

FIGURA 9-1
GRAFICO DE INVERSIONES

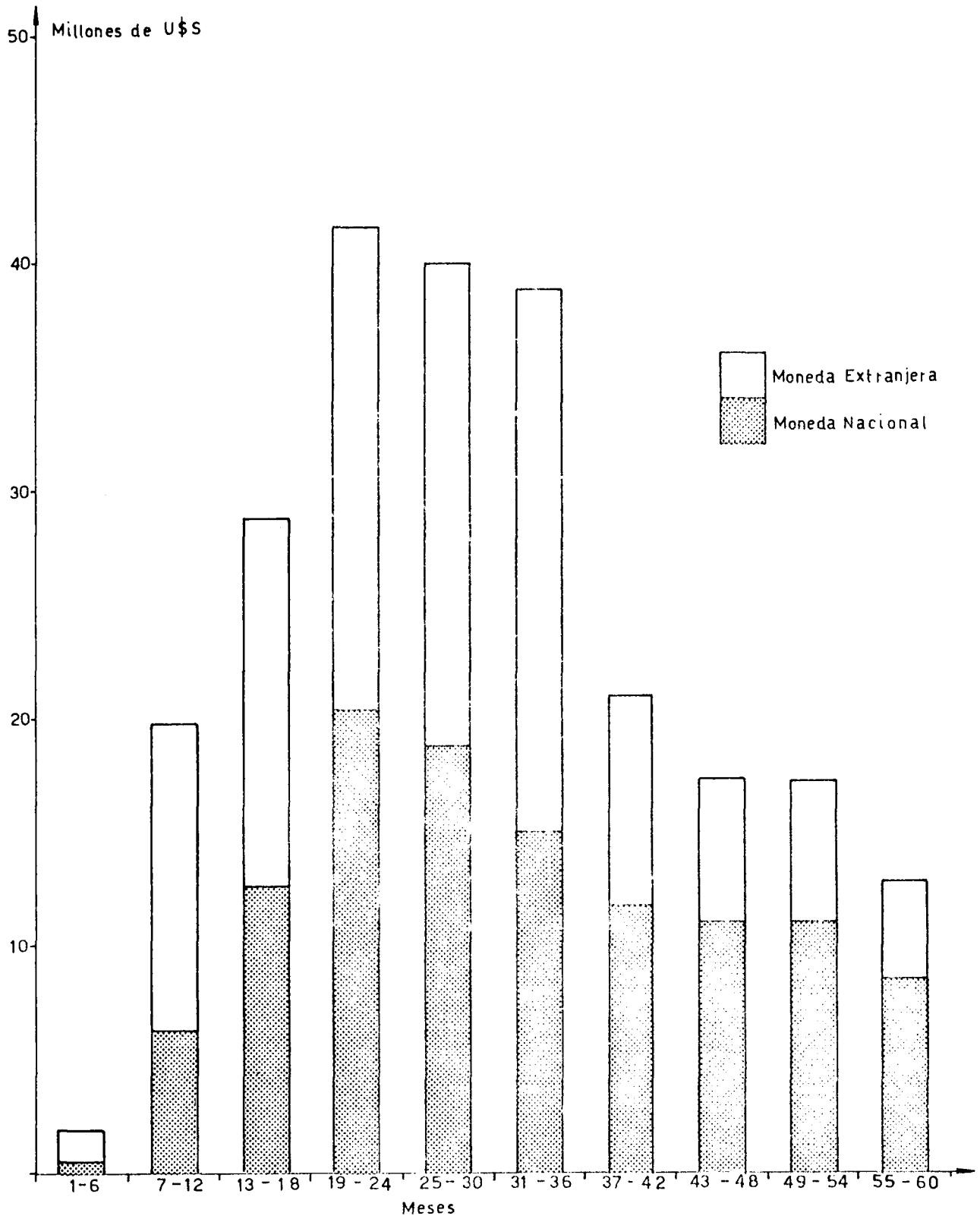
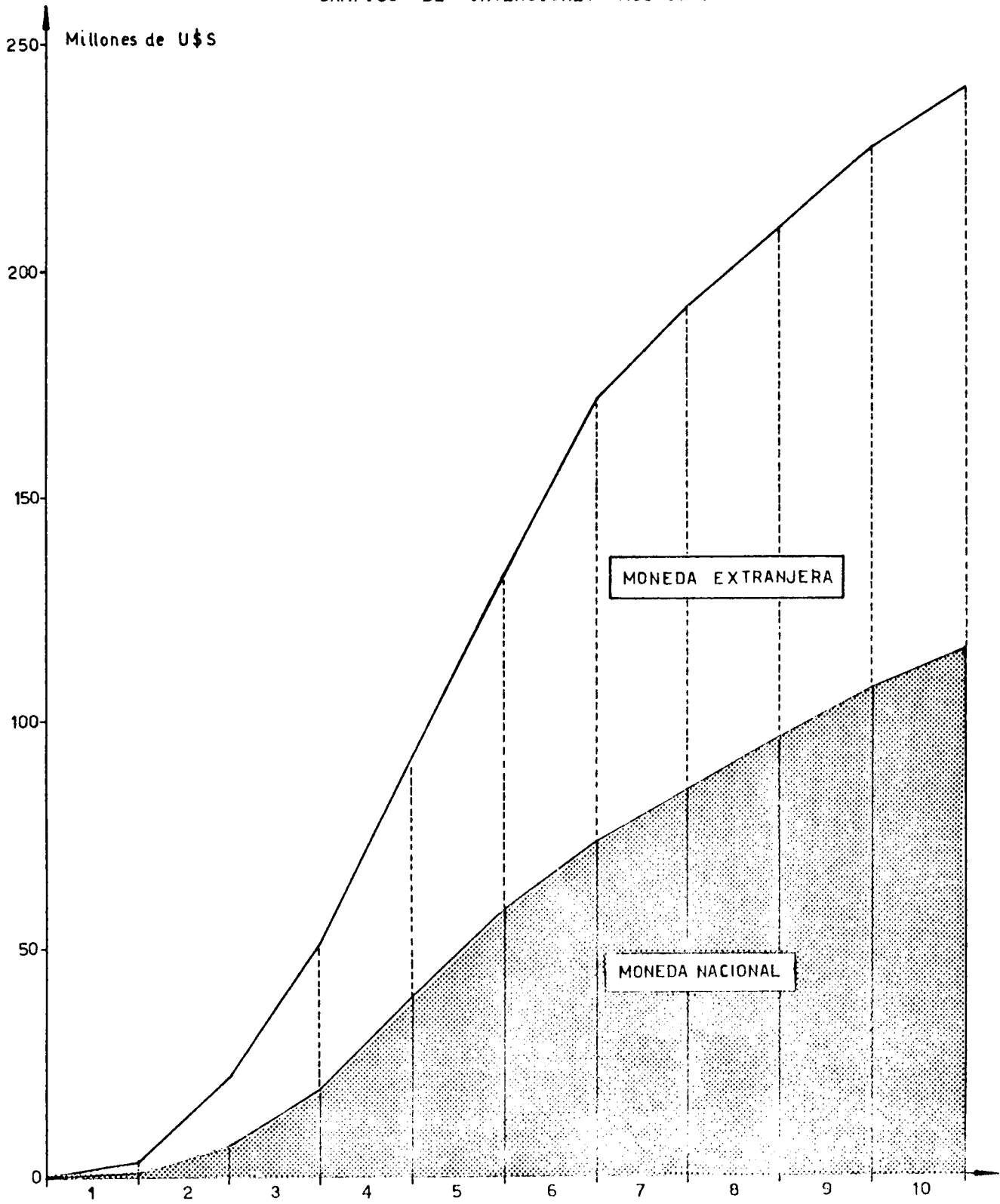


FIGURA 9-2

GRAFICO DE INVERSIONES ACUMULADAS



CUADRO DE DESEMBOLSOS U\$S

MES MONTO	1										2																												TOTAL (1)	TOTAL (2)	TOTAL (1,2)				
	1-6	7-12	13-18	19-24	25-30	31-36	37-42	43-48	49-54	55-60	61-66	67-72	73-78	79-84	85-90	91-96	97-102	103-108	109-114	115-120	121-126	127-132	133-138	139-144	145-150	151-156	157-162	163-168	169-174	175-180	181-186	187-192	193-198	199-204	205-210	211-216	217-222	223-228				229-234	235-240		
MONEDA ESTRANJERA	6,217					6,217					4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	4,352	12,434	130,560	142,994
INTERESES Sobre		0,012	0,093	0,190	0,318	0,445	0,589	0,645	0,683	0,720																																	3,695	81,000	106,859
		0,069	0,558	1,141	1,906	2,671	3,533	3,869	4,095	4,322	5,223	5,049	4,875	4,701	4,527	4,353	4,179	4,005	3,831	3,657	3,483	3,309	3,135	2,961	2,787	2,613	2,439	2,265	2,091	1,917	1,743	1,569	1,395	1,221	1,047	0,873	0,699	0,525	0,351	0,177	22,164				
TOTAL MONEDA ESTRANJERA	6,217	0,081	0,651	1,331	2,224	9,333	4,122	4,514	4,778	5,042	9,575	9,401	9,227	9,053	8,879	8,705	8,531	8,357	8,183	8,009	7,835	7,661	7,487	7,313	7,139	6,965	6,791	6,617	6,443	6,269	6,095	5,921	5,747	5,573	5,399	5,225	5,051	4,877	4,703	4,529	38,293	211,560	249,853		
TOTAL MONEDA NACIONAL	0,192	4,215	10,169	17,193	15,613	11,308	10,364	10,105	10,115	7,878																																97,152	—	97,152	
TOTAL	6,409	4,296	10,820	18,524	17,837	20,641	14,486	14,619	14,893	12,920	9,575	9,401	9,227	9,053	8,879	8,705	8,531	8,357	8,183	8,009	7,835	7,661	7,487	7,313	7,139	6,965	6,791	6,617	6,443	6,269	6,095	5,921	5,747	5,573	5,399	5,225	5,051	4,877	4,703	4,529	135,445	211,560	347,005		

ii. intereses intercalares de la financiación externa para bienes, servicios y suministros nacionales

lig:intereses intercalares de la financiación externa para bienes,servicios y suministros extranjeros

CAPITULO 10

Modalidades de contratación

C A P I T U L O 10

I N D I C E

10.1.	NUEVAS MODALIDADES CONTRACTUALES	10-1
10.2.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CONTRA- TO TIPO E.P.C.	10-2
10.3.	CONCLUSIONES	10-3

10.1. NUEVAS MODALIDADES CONTRACTUALES

Se han producido en los últimos tiempos modificaciones fundamentales en las características contractuales del mercado internacional. Esta afirmación se ve ratificada por las consultas informales realizadas.

El motivo de los cambios que se expresan más adelante, es atribuible fundamentalmente a la inflación internacional y a los problemas de regular abastecimiento de ciertos insumos.

Los contratos ofrecidos son del tipo "Engineer, Procure and Construct" (E.P.C.), consistente -como su nombre lo detalla- en ofrecer los servicios de ingeniería, gestión de compras y construcción.

Las respuestas dadas por el mercado se pueden sintetizar en dos tipos que se denominarán Preoferta A y Preoferta B.

Las características fundamentales son, en el caso de la Preoferta "A" las siguientes:

- 1.- El contratista lleva a cabo toda la ingeniería sobre la base de costo más honorarios (cost-plus-fee).
- 2.- El contratista compra todo el equipo en nombre del propietario, llamando a licitación para todos los rubros. El costo del equipo se carga directamente al costo.
- 3.- Toda la mano de obra de la construcción, ya sea contratada directamente o a través de subcontratistas, se carga al costo.
- 4.- El contratista garantiza que la planta está adecuadamente diseñada y construida según las especificaciones del proyecto. Si cualquier parte de la planta demuestra estar mal diseñada o construida, se requiere que el contratista rehaga la ingeniería sufragando él los gastos, pero el costo que resulta de modificar la parte física de la planta corre por cuenta del propietario.
- 5.- El contratista no garantiza el nivel de producción.

La Preoferta "B" ofreció las siguientes variantes:

- 1.- Toda la ingeniería, gestión de compra, construcción y servicio de operaciones iniciales sobre la base del costo más las ganancias porcentuales.
- 2.- Comenzar sobre la base de 1.-, pero convertir la suma de la ingeniería más la ganancia en un valor fijo, después de haber definido adecuadamente la envergadura del trabajo.
- 3.- Si la envergadura del trabajo ha sido bien definida en el momento de preparar la propuesta, entonces toda la ingeniería y las ganancias pueden ser cotizadas como un valor fijo, con la gestión de compra, la construcción y servicios de operaciones iniciales reembolsables al costo.

10.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CONTRATO TIPO E.P.C.

La experiencia en grandes contratos de la CNEA se reduce principalmente al de la Central Nuclear en Atucha y al de la Central Nuclear en Córdoba. Ambos contratos son del tipo "llave en mano".

El contrato tipo E.P.C. implica:

- a) Responsabilidad en la construcción de la obra en forma directa y primaria.
- b) No disponer de garantías sobre el nivel de producción.
- c) Ausencia de un costo final cierto, ya que cada incremento de precio, como cualquier tipo de financiación, debe asumirlo CNEA.
- d) La propiedad durante la construcción es de CNEA, incrementando así los riesgos.

En contrapartida se lograría:

- i) Un menor monto de inversión. El contratista sólo carga beneficios en los servicios de personal especializado y no sobre los equipos.
- ii) La probabilidad de obtener mayor y más rápida experiencia, a la par que mayor control sobre cronograma y gastos.
- iii) La participación de la industria nacional puede verse favorecida.

10.3. CONCLUSIONES

La alternativa contractual tipo E.P.C. implica una mayor participación de CNEA en todas las tareas, así como un incremento sensible en el riesgo.

La alternativa "llave en mano", por el contrario, ofrece mayor seguridad, una menor participación, asegurando al mismo tiempo las fuentes de financiación del proyecto.

Sin embargo, la elección se encuentra acotada, ya que sólo son obtenibles en el mercado internacional contratos tipo E.P.C.

