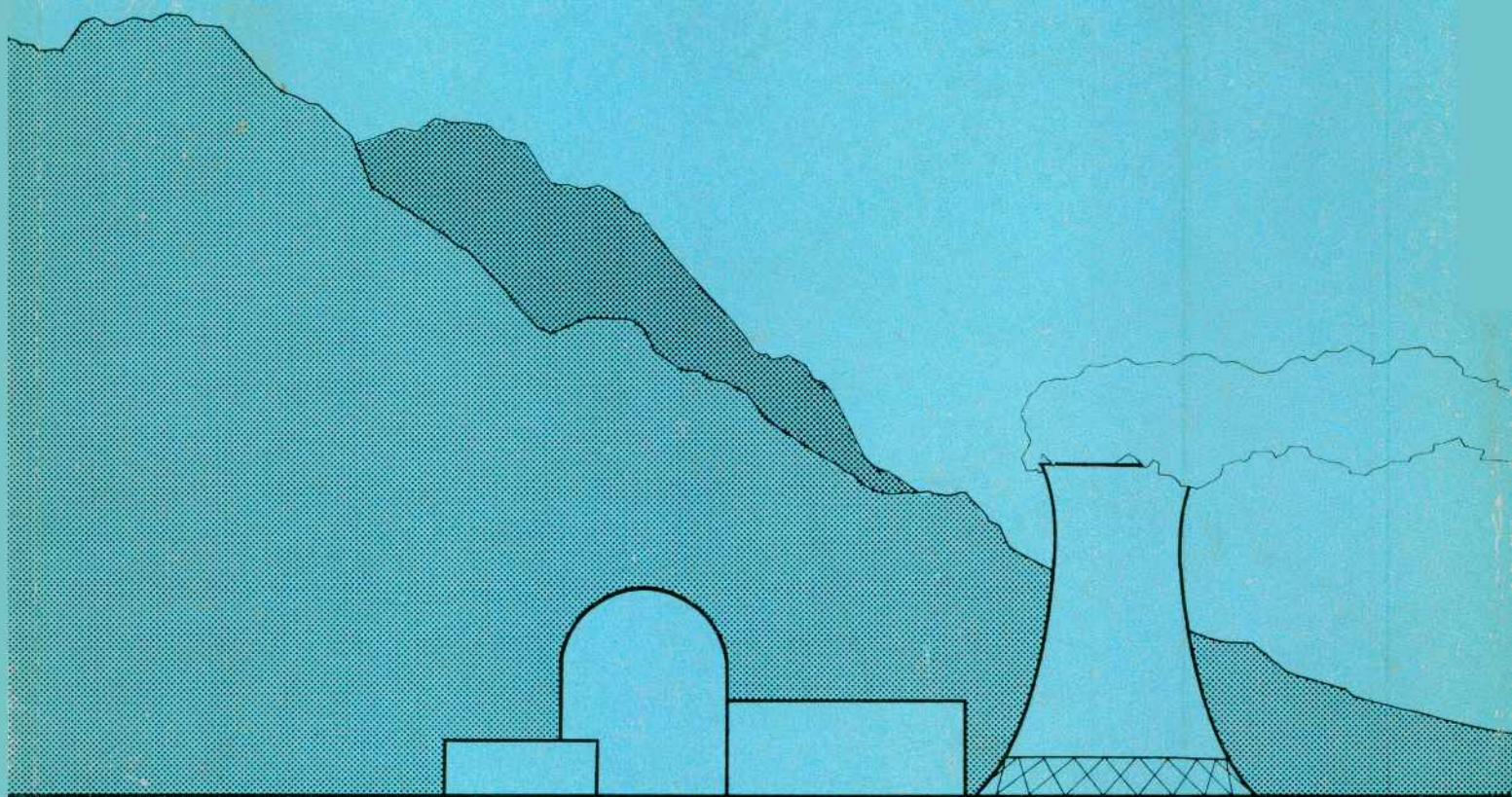


08.78.04

ESTUDIO del emplazamiento de una central nuclear para la región de

CUYO

CNEA - ESTUDIO DEL EMPLAZAMIENTO - CENTRAL NUCLEAR CUYO



VERSION RESUMIDA

PRESIDENCIA DE LA NACION
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

ESTUDIO DEL EMPLAZAMIENTO
DE UNA CENTRAL NUCLEAR
PARA LA REGION DE CUYO

VERSION RESUMIDA

REPUBLICA ARGENTINA

1978

PROLOGO A LA PRIMERA EDICION (1976)

El presente trabajo se realizó en cumplimiento del convenio suscripto entre el Gobierno de Mendoza y la Comisión Nacional de Energía Atómica, para analizar la posibilidad de instalar en territorio de aquella provincia, una central nuclear para el suministro de energía eléctrica.

Son antecedentes de este estudio, los realizados por la C.N.E.A.: "Análisis Regional del Equipamiento Eléctrico Argentino", (junio 1974); y "Análisis Electroenergético Argentino" (diciembre 1974), los cuales determinaron la necesidad de instalar en la región de Cuyo una central nuclear con un módulo de 600 MW, que entre en operación en la década de 1980-1990. Dicha central no sólo satisfaría las necesidades del Sub-Sistema Interconectado de Cuyo, sino que integraría el Sistema Nacional Interconectado, e incluso en el futuro entraría en la interconexión con Chile. Por tales motivos, se ha denominado a esta instalación Central Nuclear Cuyo, y para el emplazamiento de la misma se ha estudiado toda la región cuyana.

La C.N.E.A. inició los trabajos y la recopilación de la información correspondiente para la realización del presente estudio. En marzo y junio de 1975 viajaron a Mendoza y San Juan comisiones técnicas de la C.N.E.A., iniciando así los trabajos en el terreno, con la inspección de los posibles lugares para emplazamiento de centrales nucleares, los que fueron luego analizados y completados en gabinete.

En la preparación del trabajo se siguió la metodología descripta en el "Modelo para Realizar Estudios de Emplazamiento para Instalaciones Nucleares en Argentina", preparado por esta C.N.E.A. en 1975. Son también antecedentes el "Estudio de Preinversión de una Central Nuclear para la Zona del Gran Buenos Aires-Litoral", el "Estudio de Preinversión de una Central Nuclear para la Provincia de Córdoba", y el trabajo "Estudio del Emplazamiento de una Central Nuclear en el Subsistema Sur de la Provincia de Buenos Aires", realizados todos ellos en la C.N.E.A.

El estudio lo llevó a cabo el equipo especial de trabajo formado en la Gerencia de Centrales Nucleares de la CNEA bajo la dirección inicial del Ingeniero Béla José CSIK, y actualmente a cargo del Cap. de Navío Ing. (RE) Héctor M. MARRERO, siendo la nómina de sus miembros, por orden alfabético, la siguiente:

D. José Luis ALEGRIA
Arq. Norberto DORADO
Dr. Carlos T. FRIZ
Ing. Angel LACHICA
Cap.Frag.(RE) Waldemar J.P. MAIDANA
Ing. Jerónimo J.C. MARTINEZ
D. Manuel F. MARTINEZ
Ing. Camilo PAGANINI
Ing. Elías PALACIOS
Ing. Eduardo A. ROMAN
Arq. José G. TORRES ARROYO
D. Karoly TOTH
Ing. Floris VAN BRAAM HOUCKGEEST

La cartografía y supervisión gráfica del material estuvo a cargo de:

D. Roberto L. STORTINI

Este grupo de trabajo produjo el presente informe, exponiéndose sus resultados en seis capítulos impresos en cuatro volúmenes, donde los dos primeros contienen el texto y los dos restantes el material gráfico.

Se contó con la colaboración de varios sectores de la CNEA, de autoridades y personal de la Gobernación de la Provincia de Mendoza, de consultores y de otros organismos y empresas nacionales, cuya nómina es la siguiente:

Colaboradores de la C.N.E.A.

Se destaca la colaboración prestada por el Dr. Armando ORTEGA FURLOTTI, el Lic. Guido Carlos TOMELLINI y el Sr. Ignacio ARRAEZ, de la Delegación Cuyo; y del Ing. Hugo E. SARRAILLET.

Colaboradores del Gobierno de las Provincias de Mendoza y San Juan.

Fué de especial valor la contribución, para la obtención de antecedentes y material informativo, la gestión del Ing. Juan Carlos MODON y del Dr. Armando ZAKALIK.

También se destaca la colaboración prestada por los funcionarios de las siguientes dependencias oficiales:

De la Provincia de Mendoza:

- Dirección Provincial de Energía.
- Dirección Provincial de Irrigación.
- Dirección Provincial de Hidráulica.
- Dirección Provincial de Vialidad.
- Consejo Provincial de Promoción Industrial.
- Comité Conjunto Dique Potrerillos.

De la Provincia de San Juan:

- Secretaría de Recursos Hídricos.

Consultores.

Para la realización de los aspectos sísmicos del estudio, la C.N.E.A. contó con la participación, como consultor, del Ing. Juan S. CARMONA, del Instituto de Investigaciones Antisísmicas "Aldo Bruschi" (I.D.I.A.) de la Universidad Nacional de San Juan.

Organismos oficiales argentinos.

Se agradece la colaboración prestada por los siguientes organismos y empresas:

- Secretaría de Estado de Energía.
- Dirección Nacional de Vialidad: División Tránsito, División Planificación Vial.
- Empresa Agua y Energía Eléctrica (Regional Cuyo): Jefatura de Estudios y Proyectos Zona Cuyo, Jefatura de Explotación y Comercialización.
- Ferrocarriles Argentinos: Gerencia de Tráfico.
- Instituto Geográfico Militar.
- Servicio Nacional Minero-Geológico.
- Yacimientos Petrolíferos Fiscales.
- Casa de la Provincia de Mendoza en Buenos Aires.
-

- Casa de la Provincia de San Juan en Buenos Aires.
- Universidad Nacional de Cuyo: Facultad de Ciencias Económicas.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: Estación Experimental Agropecuaria Mendoza.

Dentro de los organismos oficiales, se expresa especial reconocimiento por sus contribuciones personales en distintos aspectos del estudio, a los señores:

Ing. Héctor PIEGARI - Secretaría de Estado de Energía.

Ing. Hermes JAQUENOD - Empresa Agua y Energía Eléctrica.

Ing. M y E. Juan José TANCO - Empresa Agua y Energía Eléctrica.

Agr. Carlos María MORELLI - Dirección Nacional de Vialidad.

Sr. Rolando CALVO - Aerolíneas Argentinas.

Empresas Privadas Argentinas.

Se utilizó información proveniente de FRIOTOR S.A.C.I.

Equipo Auxiliar.

Colaboraron con el equipo técnico de la C.N.E.A., los señores:

Dr. Carlos A. POCCIONI - Supervisión Administrativa.

D. Adrián R. PENAYO - Supervisión Administrativa.

D. Horacio D. MAZZITELLI.

PROLOGO A LA SEGUNDA EDICION RESUMIDA (1978)

En virtud de las tareas que la C.N.E.A., representada por el Departamento de Factibilidad de Centrales Nucleares, realiza desde 1977 conjuntamente con otros Organismos y Empresas, integrando el Comité Argentino de la CIER (Comisión de Integración Eléctrica Regional), se ha resuelto realizar la presente publicación en versión resumida del "Estudio del emplazamiento de una central nuclear para la región de Cuyo", con el objeto de ser presentada al próximo Congreso del Subcomité de Construcción de Sistemas Eléctricos de la CIER, a realizarse en la República Argentina en el corriente año.

Para esta edición se han suprimido dos capítulos de la obra original (1. "Síntesis general y conclusiones" y 3. "Descripción de la Región Cuyo"); el primero de ellos por considerárselo innecesario en una edición que ya de por sí es una síntesis, y el otro por contener información muy extensa que es posible resumirla como un breve anexo (Anexo I, al final de la obra).

Los capítulos del trabajo original Nros. 4 ("Determinación de ubicaciones posibles") y 5 ("Análisis de las ubicaciones posibles"), han sido fuertemente resumidos. Los capítulos sobre "Estudio del mercado eléctrico de Cuyo" y "Evaluación de los emplazamientos más convenientes" se han respetado casi en su totalidad. Respecto al primero de ellos cabe hacer la observación de que, a la fecha, algunos de sus datos han perdido actualidad, pero respetando la visión global del trabajo, no se lo ha modificado. En cuanto al último, por ser fundamental al objetivo del trabajo, se lo ha transcripto sin mayores supresiones.

Por lo expuesto, la numeración de figuras y tablas no es ahora correlativa, pues por razones de rapidez en la impresión no se ha modificado su numeración original. Existe, sin embargo, correspondencia entre el texto y las figuras o tablas mencionadas en él.

Para aquellos que quieran consultar más en detalle los demás aspectos del estudio original, éste en su versión completa se encuentra disponible en la Biblioteca de la Comisión Nacional de Energía Atómica, Av. del Libertador 8250, Buenos Aires.

La presente versión resumida fué realizada en el Departamento de Factibilidad de Centrales Nucleares de la CNEA, bajo la Jefatura del In. Jerónimo J.C. MARTINEZ, y estuvo a cargo del Arq. José G. TORRES ARROYO.

BUENOS AIRES, marzo de 1978.

I N D I C E

Prólogo a la primera edición (1976).

Prólogo a la segunda edición resumida (1978).

Indice general.

Indice de figuras.

PRIMERA PARTE - ESTUDIO DEL MERCADO ELECTRICO DE CUYO.

	Página
1. Introducción.	1
2. Proyección de la demanda.	2
2.1. Demanda de energía.	2
2.2. Determinación de las demandas máximas de potencia (D. máx.).	3
3. Análisis de la curva de duración de cargas (monótona).	4
4. Centrales a instalar y sus características operativas.	4
4.1. Centrales existentes y sus características operativas.	8
4.2. Análisis del diagrama de duración de cargas en función de la disponibilidad de potencia instalada.	9

SEGUNDA PARTE - DETERMINACION DE UBICACIONES POSIBLES.

	Página
1. Criterios para orientar la búsqueda de las ubicaciones posibles.	15
1.1. Disponibilidad de agua.	15
1.2. Seguridad.	19
1.3. Riesgo sísmico.	20
1.3.1. Sismos potenciales máximos en Cuyo.	21
1.3.2. Evolución de la intensidad sísmica.	22
1.3.3. Acciones indirectas de sismos.	25
1.4. Condiciones del terreno.	27
1.5. Protección del medio ambiente.	28
2. Búsqueda de ubicaciones posibles.	29
3. Determinación de ubicaciones posibles.	32

TERCERA PARTE - ANALISIS DE LAS UBICACIONES POSIBLES.

	Página
1. Generalidades.	33
2. Ubicación embalse Cuesta del Viento.	33
3. Ubicación sobre el río Los Patos.	36
4. Ubicación embalse Las Juntas.	37
5. Ubicación embalse Ullum.	38
6. Ubicación embalse Potrerillos.	38
7. Ubicación Alvarez Condarco.	42
8. Ubicación Valle de Uco.	45
9. Ubicación embalse El Carrizal.	47
10. Ubicación La Jaula.	52
11. Ubicación embalse Agua del Toro.	52
12. Ubicación embalse Los Reyunos.	55
13. Ubicación dique Galileo Vitali.	56
14. Ubicación El Sosneado.	59
15. Ubicación embalse El Nihuil.	60
16. Ubicación embalse Valle Grande.	64
17. Ubicación Topón del Atuel.	65
18. Ubicación Rincón del Indio.	66
19. Ubicación Bardas Blancas.	68
20. Ubicación río Salado.	72
21. Ubicación río Malargüe.	76
22. Síntesis general y resultados.	76
22.1. Embalse Cuesta del Viento.	76
22.2. Embalse Ullum.	77
22.3. Embalse Las Juntas.	77
22.4. Embalse Potrerillos.	77
22.5. Embalse El Carrizal.	78
22.6. Embalse Agua de Toro.	78
22.7. Embalse Los Reyunos.	78
22.8. Embalse El Nihuil.	78
23. Preselección de emplazamientos ubicados directamente sobre ríos.	79

CUARTA PARTE - EVALUACION DE LOS EMPLAZAMIENTOS MAS CONVENIENTES.

	Página
1. Generalidades.	81
2. Metodología.	81
3. Factores de evaluación.	82
3.1. Factor agua de refrigeración	83
3.1.1. Ubicaciones con refrigeración por circuito abierto.	84
3.1.1.1. Ubicación embalse El Carrizal.	84
3.1.1.2. Ubicación embalse El Nihuil.	92
3.1.1.3. Ubicación embalse Ullum.	106
3.1.2. Ubicaciones con refrigeración por circuito cerrado o mixto.	108
3.1.2.1. Características de los sistemas de refrigeración por circuito cerrado.	108
3.1.2.2. Condiciones de funcionamiento.	110
3.1.2.3. Consideraciones sobre el sistema de refrigeración por circuito cerrado en Cuyo.	111
3.1.2.4. Calificaciones de las ubicaciones con refrigeración por circuito cerrado o mixto.	112
3.1.2.4.1. Ubicación Alvarez Condarco.	113
3.1.2.4.2. Ubicación Valle de Uco.	114
3.1.2.4.3. Ubicación Galileo Vitali.	114
3.1.2.4.4. Ubicación Topón del Atuel.	114
3.1.2.4.5. Ubicación Bardas Blancas.	115
3.2. Factor condiciones del terreno.	117
3.2.1. Generalidades.	117
3.2.2. Ubicación embalse Ullum.	120
3.2.3. Ubicación Alvarez Condarco.	122
3.2.4. Ubicación El Carrizal.	123
3.2.5. Ubicación Valle de Uco.	124
3.2.6. Ubicación Galileo Vitali.	128
3.2.7. Ubicación Topón del Atuel.	130
3.2.8. Ubicación El Nihuil.	132
3.2.9. Ubicación Bardas Blancas.	134
3.2.10. Conclusiones.	136
3.3. Factor integración al Sistema Interconectado.	139
3.4. Factor infraestructura.	140
3.4.1. Generalidades.	140

3.4.2.	Accesos y transporte.	140
3.4.2.1.	Red caminera.	142
3.4.2.2.	Red ferroviaria.	158
3.4.2.3.	Aeródromos.	161
3.4.2.4.	Transporte.	162
3.4.3.	Comunicaciones.	163
3.4.4.	Suministros esenciales.	163
3.4.4.1.	Generalidades.	163
3.4.4.2.	Suministro de agua.	163
3.4.4.3.	Suministro de energía eléctrica.	164
3.4.4.4.	Disponibilidad de mano de obra, materiales y equipamiento industrial.	165
3.4.5.	Calificación de las ubicaciones.	166
3.5.	Factor riesgo radiosanitario.	167
3.5.1.	Generalidades.	167
3.5.2.	Accidentes representativos y niveles de referencia para evaluación de seguridad.	168
3.5.3.	Vías de irradiación humana en caso de accidente.	170
3.5.4.	Dispersión del material radiactivo.	171
3.5.5.	Incorporación de radioiodo en alimentos.	171
3.5.6.	Eliminación de residuos radiactivos.	172
3.5.7.	Calificación de las ubicaciones.	178
3.5.8.	Conclusiones.	179
3.6.	Factor riesgo sísmico.	179
3.6.1.	Generalidades.	179
3.6.2.	Magnitud de un sismo.	179
3.6.3.	Intensidad sísmica.	180
3.6.4.	Medida del riesgo sísmico.	180
3.6.5.	Parámetros que definen la intensidad sísmica de la región en estudio.	181
3.6.6.	Riesgo sísmico de la región.	182
3.6.7.	Calificación de los lugares en estudio.	187
3.6.8.	Comparación de la región Cuyo con otras regiones argentinas y extranjeras.	188
3.7.	Factor ecológico.	188
3.7.1.	Generalidades.	188

	Página
3.7.2. Polución térmica de las aguas.	194
3.7.2.1. Estudios de calidad de agua.	194
3.7.2.2. Estudios biológicos.	196
3.7.2.3. Límites en la temperatura.	201
3.7.3. Polución atmosférica.	202
3.7.4. Análisis ecológico de los embalses El Carrizal, El Nihuil y Ullum.	202
3.7.4.1. Ubicación embalse El Carrizal.	204
3.7.4.2. Ubicación embalse El Nihuil.	204
3.7.4.3. Ubicación embalse Ullum.	205
3.7.5. Análisis ecológico de la ubicación Bardas Blancas.	206
3.7.6. Análisis ecológico de las ubicaciones Alva- rez Condarco, Valle de Uco, Galileo Vitali y Topón del Atuel.	208
3.8. Factor incidencia sobre la población y los cultivos.	209
3.8.1. Generalidades.	209
3.8.2. Calificación de las ubicaciones.	210
4. Evaluación y conclusiones.	211
4.1. Calificación de ubicaciones posibles.	211
4.2. Peso de los factores.	212
4.2.1. Generalidades.	212
4.2.2. Comparación de conjunto.	212
4.2.3. Comparación por pares.	214
4.3. Evaluación final.	215
4.3.1. Comparación de los valores resultantes en los dos procedimientos de asignación de "pesos".	215
4.4. Análisis general de los resultados de la evaluación de emplazamientos.	222
4.5. Conclusiones.	224
<u>ANEXO 1 - LA REGION CUYANA.</u>	227

INDICE DE FIGURAS

- Figura 2-1 Región Cuyo - Sistema Interconectado - 1975.
 a) Curva de duración de cargas.
 b) Curva integrada de cargas.
- Figura 2-2 Sistema Nacional Interconectado.
- Figura 3-10 Mapa hidrográfico de la región de Cuyo.
- Figura 3-17 Aprovechamientos hídricos para riego y producción de energía eléctrica en la región de Cuyo.
- Figura 3-21 Áreas cultivadas de la región de Cuyo.
- Figura 4-1 Sismos potenciales máximos en la región de Cuyo.
- Figura 4-2 Energía de deformación media anual liberada en el intervalo 1920-1971 en la región de Cuyo.
- Figura 4-3 Ubicación de emplazamientos posibles.
- Figura 5-1 Ubicación Cuesta del Viento.
- Figura 5-2 Ubicaciones embalses Las Juntas y Río de los Patos.
- Figura 5-4 Ubicación Ullum.
- Figura 5-10 Sector de la cuenca del río Mendoza con ubicación del embalse Potrerillos.
- Figura 5-15 Ubicación Alvarez Condarco.
- Figura 5-16 Ubicación Valle de Uco.
- Figura 5-18 Ubicación El Carrizal.
- Figura 5-19 Planimetría del embalse El Carrizal.
- Figura 5-23 Plano de accesos e interconexión al embalse El Carrizal.
- Figura 5-24 Ubicaciones La Jaula, Agua de Toro, Los Reyunos y Valle Grande.
- Figura 5-33 Ubicación Galileo Vitali.
- Figura 5-34 Ubicaciones El Sosneado, Río Salado y Malargüe.
- Figura 5-35 Ubicación El Nihuil.
- Figura 5-36 Ubicación de la presa El Nihuil.
- Figura 5-40 Registros del Río Atuel.
- Figura 5-45 Ubicación Topón del Atuel.
- Figura 5-46 Ubicación Rincón del Indio.
- Figura 5-47 Ubicación Bardas Blancas.
- Figura 6-1 Vientos dominantes en El Carrizal - Frecuencia de las direcciones - Velocidad media por direcciones.
- Figura 6-3 Planimetría del embalse El Nihuil.

- Figura 6-5 Vientos dominantes en El Nihuil - Frecuencia de las direcciones - Velocidad media por direcciones.
- Figura 6-7 Salinidad del Atuel en función del caudal - años 1943 a 1952.
- Figura 6-8 Variación de la salinidad dentro del embalse El Nihuil.
- Figura 6-9 Ubicaciones y ambientes geológicos.
- Figura 6-10 Ubicación embalse Ullum.
- Figura 6-11 Ubicación Alvarez Condarco.
- Figura 6-12 Ubicación El Carrizal.
- Figura 6-13 Ubicación Valle de Uco.
- Figura 6-14 Ubicación Galileo Vitali.
- Figura 6-15 Ubicación Topón del Atuel.
- Figura 6-16 Ubicación El Nihuil.
- Figura 6-17 Ubicación Bardas Blancas.
- Figura 6-18 Sistema Interconectado en la región de Cuyo.
- Figura 6-19 Accesos viales, ferroviarios y aéreos a los emplazamientos preseleccionados.
- Figura 6-20 Dosis en todo el cuerpo resultante del accidente a distintas distancias de la instalación.
- Figura 6-21 Dosis en tiroides de niños, resultante del accidente debido a inhalación, a distintas distancias de la instalación.
- Figura 6-22 Dosis en tiroides de niños, resultante del accidente debido al consumo de leche producida a distintas distancias de la instalación.
- Figura 6-23 Valores de K y α , número de sismos e intensidad máxima de puntos de ubicaciones en la región de Cuyo.
- Figura 6-24 Máximas intensidades sísmicas en la región de Cuyo - Período 1940 - 1971 (Int. $\equiv$ Velocidad máx. terreno en cm/seg.).
- Figura 6-25 Intensidad sísmica media anual en la región de Cuyo - Período 1940 - 1971 (Int. $\equiv$ Velocidad máx. terreno en cm/seg.).
- Figura 6-26 Distribución media anual de intensidades para la ciudad de Mendoza - Datos históricos e instrumentales.
- Figura 6-27 Riesgo sísmico en la región de Cuyo - Tiempo de riesgo 1 año - Velocidad máx. terreno 1 cm/seg.
- Figura 6-28 Riesgo sísmico en la región de Cuyo - Tiempo de riesgo 10 años - Velocidad máx. terreno 10 cm/seg.
- Figura 6-29 Riesgo sísmico en la región de Cuyo - Tiempo de riesgo 100 años - Velocidad máx. terreno 50 cm/seg.

- Figura 6-30 Evolución de la intensidad sísmica en Río Tercero - Intervalo 1920 - 1970.
- Figura 6-31 Evolución de intensidad sísmica.
- Figura 6-32 Rango diario de temperatura de entrada de agua en Nanticoke.
- Figura 6-33 Mínimas y máximas diarias de temperatura de toma en la central Lakeview.
- Figura 6-36 Crecimiento de algas filamentosas y temperatura del agua.
- Figura 6-37 Polución térmica en Connecticut River.

PRIMERA PARTE

ESTUDIO DEL MERCADO ELECTRICO DE CUYO

1. Introducción

Del trabajo "Análisis Regional del Equipamiento Eléctrico Argentino" (A.R.E.E.A.-CNEA, junio 1974), se desprende que en el año 1980 el mercado eléctrico de la región de Cuyo experimentará un déficit de potencia en la zona de Base del diagrama de duración de cargas que debe ser cubierto por las interconexiones del Sistema Nacional Interconectado. Esta situación persistiría hasta el año 1984, en el que el aporte de las interconexiones del S.N.I. llegaría a ser del orden de 350 MW para la zona de Base y unos 150 MW para la zona de Punta del diagrama de duración de cargas.

En dicho estudio se prevé por lo tanto, la instalación de una central nuclear de 600 MW.

Por esa razón, se tratará en el presente estudio de actualizar el análisis del mercado regional de Cuyo, teniendo en cuenta las nuevas situaciones de entorno en el presente, para lo cual se aceptaron las siguientes premisas:

- 1º) Para la proyección de la demanda de energía se adoptó la tasa de crecimiento del 13% anual acumulativo, de acuerdo con la información de la Empresa Agua y Energía Eléctrica Regional Cuyo, y de la Secretaría de Estado de Energía.
- 2º) Hasta el año 1983 se aceptó la programación que suministró la Empresa Agua y Energía Regional Cuyo. Para los años posteriores se adoptó la programación suministrada por la Secretaría de Estado de Energía.

- 3°) Se aceptó el diagrama de duración de cargas suministrado por la Empresa Agua y Energía, Regional Cuyo. Se supuso que la forma de dicho diagrama, así como el valor del factor de carga (0,67) se mantendrá constante en el período analizado.
- 4°) Se adoptaron los siguientes límites para definir las zonas características del diagrama de duración de cargas:
Zona de Base: $(B = B_r + B_t)$; entre 8.760 h. y 5.840 h.
Zona de Seguimiento: $(S = S_B + S_P)$ entre 5.840 h y 1.460 h
Zona de Punta (P): entre 1.460 h y 0 h.
- 5°) Por integración del diagrama de duración de cargas, se determinó la energía demandada por cada zona, y se confeccionó la curva integrada de carga con la que se efectuó la distribución de potencia y energía.
- 6°) Las demandas máximas se obtuvieron en función de las demandas de energía y del valor del factor de carga.
- 7°) Se consideró que las decisiones tomadas para efectuar el equipamiento hasta el año 1980 son de carácter irreversible por lo que sólo se efectúa el análisis a partir del año 1980 hasta el año en que sería necesario incorporar una central nuclear en la zona de Base.

2. Proyección de la demanda

2.1. Demanda de energía

La proyección de la demanda de energía se realizó aplicando la tasa de crecimiento a.a. del 13%.

El punto de partida corresponde al último dato disponible del año 1975, suministrado por la Secretaría de Estado de Energía, y es de 2.266 GWh, resultando:

Año	Energfa GWh	Año	Energfa GWh
1975	2.266	1983	6.024
1976	2.561	1984	6.807
1977	2.893	1985	7.692
1978	3.270	1986	8.692
1979	3.695	1987	9.822
1980	4.175	1988	11.099
1981	4.718	1989	12.542
1982	5.331	1990	14.172

2.2. Determinación de las demandas máximas de potencia (D.máx.)

El factor de carga para el año 1974 fue del 67%, el cual se consideró constante para todo el período analizado.

Siendo en el año 1975 la D.máxima de 386 MW, y la tasa a.ac media del 13%, resulta:

Año	D. máx. MW	Año	D. máx. MW
1975	386	1983	1026
1976	436	1984	1160
1977	493	1985	1311
1978	557	1986	1481
1979	630	1987	1673
1980	711	1988	1891
1981	804	1989	2137
1982	908	1990	2415

3. Análisis de la curva de duración de cargas (monótona)

Del análisis de la Figura 2-1 se desprende que el mercado de energía eléctrica de la región de Cuyo está caracterizado por un alto porcentaje de energía demandada en la zona de Base (Br + Bt), que es la zona en que se hacen operar las máquinas térmicas convencionales o nucleares cuando no se dispone de las suficientes máquinas hidráulicas necesarias.

Asimismo, se observa que los 2.266 GWh demandados se distribuyeron como muestra la Tabla 2-1.

Es decir, en el caso de conservarse esta característica del mercado, los requerimientos de energía y potencia en la región de Cuyo, se van a dar, fundamentalmente en la zona de Base.

4. Centrales a instalar y sus características operativas

De acuerdo con la información suministrada por la Empresa Agua y Energía, Regional Cuyo, y la Secretaría de Estado de Energía, las entradas en servicio de las centrales programadas hasta el año 1987, sería según Tabla 2-1 bis:

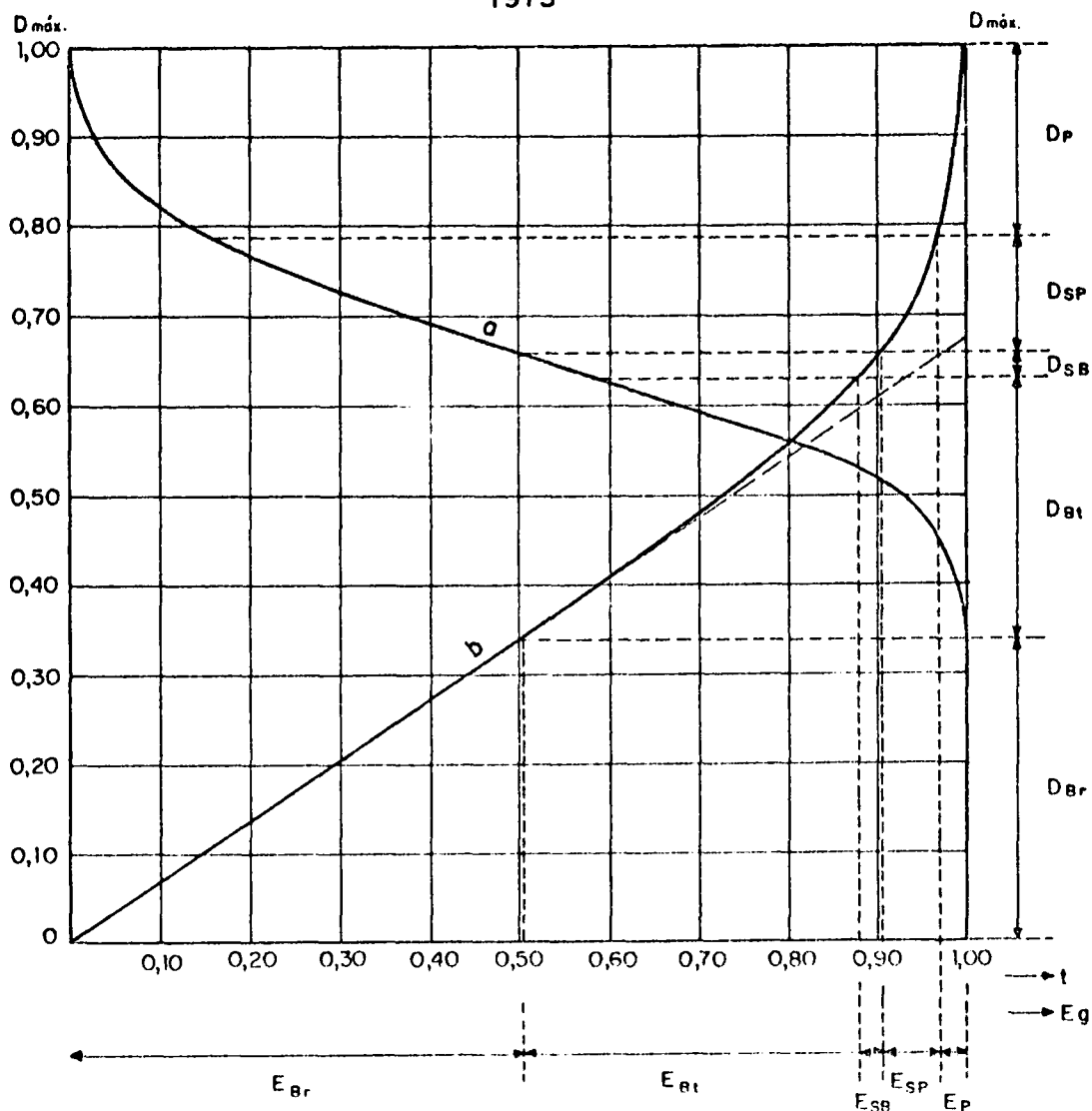
FIGURA 2-1

REGION CUYO - SISTEMA INTERCONECTADO

(a) CURVA DE DURACION DE CARGAS

(b) CURVA INTEGRADA DE CARGAS

1975



$E_{Br} = 50,6 \% = 1146,6 \text{ GWh}$	$D_{Br} = 33,9 \% = 130,9 \text{ MW}$
$E_{Rt} = 37,3 \% = 845,2 \text{ GWh}$	$D_{Rt} = 28,8 \% = 111,2 \text{ MW}$
$E_{SB} = 2,5 \% = 56,7 \text{ GWh}$	$D_{SB} = 3,0 \% = 11,5 \text{ MW}$
$E_{SP} = 6,7 \% = 151,8 \text{ GWh}$	$D_{SP} = 13,0 \% = 50,2 \text{ MW}$
$E_P = 2,9 \% = 65,7 \text{ GWh}$	$D_P = 21,3 \% = 82,2 \text{ MW}$

TABLA 2-1

DISTRIBUCION DE LA DEMANDA DE POTENCIA Y ENERGIA EN EL PERIODO DE ESTUDIO

AÑO	POTENCIA (MW)					TOTAL	ENERGIA (GWh)					TOTAL
	B _r	B _t	SB	SP	P		B _r	B _t	SB	SP	P	
1975	130,9	111,2	11,5	50,2	82,2	386,0	1146,6	845,2	56,7	151,8	65,7	2266,0
1976	147,3	125,6	13,0	56,7	92,9	436,0	1295,9	955,3	64,0	171,5	74,3	2561,0
1977	167,1	142,0	14,8	64,0	105,1	493,0	1463,9	1079,1	72,3	193,8	83,9	2893,0
1978	188,3	160,5	16,7	72,4	118,6	557,0	1654,6	1219,7	81,8	219,1	94,8	3270,0
1979	213,6	181,4	18,9	81,9	134,2	630,0	1869,7	1378,2	92,4	247,5	107,2	3695,0
1980	241,1	204,3	21,3	92,4	151,4	711,0	2112,6	1557,3	104,4	279,7	121,0	4175,0
1981	272,6	231,6	24,0	104,5	171,3	804,0	2387,3	1759,8	118,0	316,1	136,8	4718,0
1982	307,3	261,6	27,2	119,0	193,4	908,0	2697,5	1988,5	133,3	357,1	154,6	5331,0
1983	347,3	295,5	30,3	133,4	218,5	1026,0	3048,1	2247,0	150,6	403,6	174,7	6024,0
1984	393,2	334,1	34,3	150,8	247,1	1160,0	3444,3	2539,0	170,2	456,1	197,4	6807,0
1985	444,5	377,6	39,3	170,4	279,2	1311,0	3892,2	2869,1	192,3	515,4	223,0	7692,0
1986	502,1	426,5	44,5	192,5	315,4	1481,0	4398,2	3242,1	217,3	582,4	252,0	8692,0
1987	567,1	481,3	50,2	217,5	356,4	1673,0	4969,9	3663,6	245,6	658,1	284,8	9822,0
1988	641,1	544,6	56,7	245,8	402,3	1891,0	5616,1	4139,9	277,5	743,6	321,9	11099,0
1989	724,4	615,5	64,1	277,8	455,2	2137,0	6346,3	4678,2	313,6	840,3	363,6	12542,0
1990	818,7	695,5	72,4	314,0	514,4	2415,0	7171,0	5286,2	354,3	949,5	411,0	14172,0

TABLA 2-1 bis

Año	Central	Tipo	Potencia	Energia anual	Operación			
			MW	GWh	B	SB	SP	P
1975	Luján de Cuyo	T.G.	56	82	-	-	-	56
1977	Agua del Toro	H	130	475	-	-	130	-
1978	Los Reyunos I	H	112	164	-	-	-	112
	Puente Ullum	H	39	171	-	39	-	-
	Luján de Cuyo*	T	350	2.450	350	-	-	-
1979	Los Reyunos II	H	112	164	-	-	-	112
1980	Los Blancos I	H	284	672	-	-	284	-
	Potrerrillos	HB	100	146	-	-	-	100
1981	El Tambolar	H	150	219	-	-	-	150
1982	Los Caracoles	H	150	219	-	-	-	150
	Los Blancos II	H	200	730	-	-	200	-
1983	Los Baqueanos	H	270	394	-	-	-	270
1986	Cordón del Plata	H	200	1.680	200 (8.400 h)	-	-	-
	Cordón del Plata	H	500	820	-	-	-	500
1987	Cordón del Plata	H	520	759	-	-	-	520

* Se retiran 56 MW TG de las centrales Cruz de Piedra y Sarmiento

4.1. Centrales existentes y sus características operativas

De acuerdo con la información suministrada por la Empresa Agua y Energía, Regional Cuyo, el parque instalado es:

Centrales Hidroeléctricas:

CENTRAL	POTENCIA (MW)	CENTRAL	POTENCIA (MW)
El Nihuil N° 1	74,3	San Martín	6,0
El Nihuil N° 2	133,2	Luján de Cuyo	1,2
El Nihuil N° 3	52,3	El Carrizal	18,0
Cacheuta	9,3	Los Coroneles	6,6
Alvarez Condarco	27,4	Ullum	43,6

Es decir, un total de 371,9 MW de origen hidráulico, de los que 95 MW operan en Br de 8.400 hs, 43,6 MW en SB, 27,3 MW en SP, 62,0 MW en P y 144 MW en reserva hidráulica fría (RHF).

Centrales Térmicas

Central	Tipo	Potencia MW	Operación
Blanco Encalada	T	15,2	RTF
Godoy Cruz	T	21,0	P
Cruz de Piedra	TG y TD	33,2	P
Luján de Cuyo	TV	120,0	B
Sarmiento	TG y TD	47,2	P

que suministran un total de 236,6 MW.

La potencia total instalada en el sistema asciende, en consecuencia, a 608,5 MW.

De acuerdo al programa de ingreso de centrales, la integración del parque de generación se da en la Tabla 2-2.

4.2. Análisis del diagrama de Duración de Cargas en función de la disponibilidad de Potencia instalada.

Este análisis se efectúa aceptando que ya en 1980 estarían realizadas las interconexiones del Sistema Nacional Interconectado (S.N.I.) que vinculan la región de Cuyo con la región Centro, y a ésta con la región Gran Buenos Aires-Litoral (GBA-L) (Fig.2-2).

Asimismo, también se supone que para 1984-1985 existirá la interconexión entre la región Cuyo y la región del Comahue, y la de esta última con la región de Buenos Aires Sur (BAS) (Bahía Blanca).

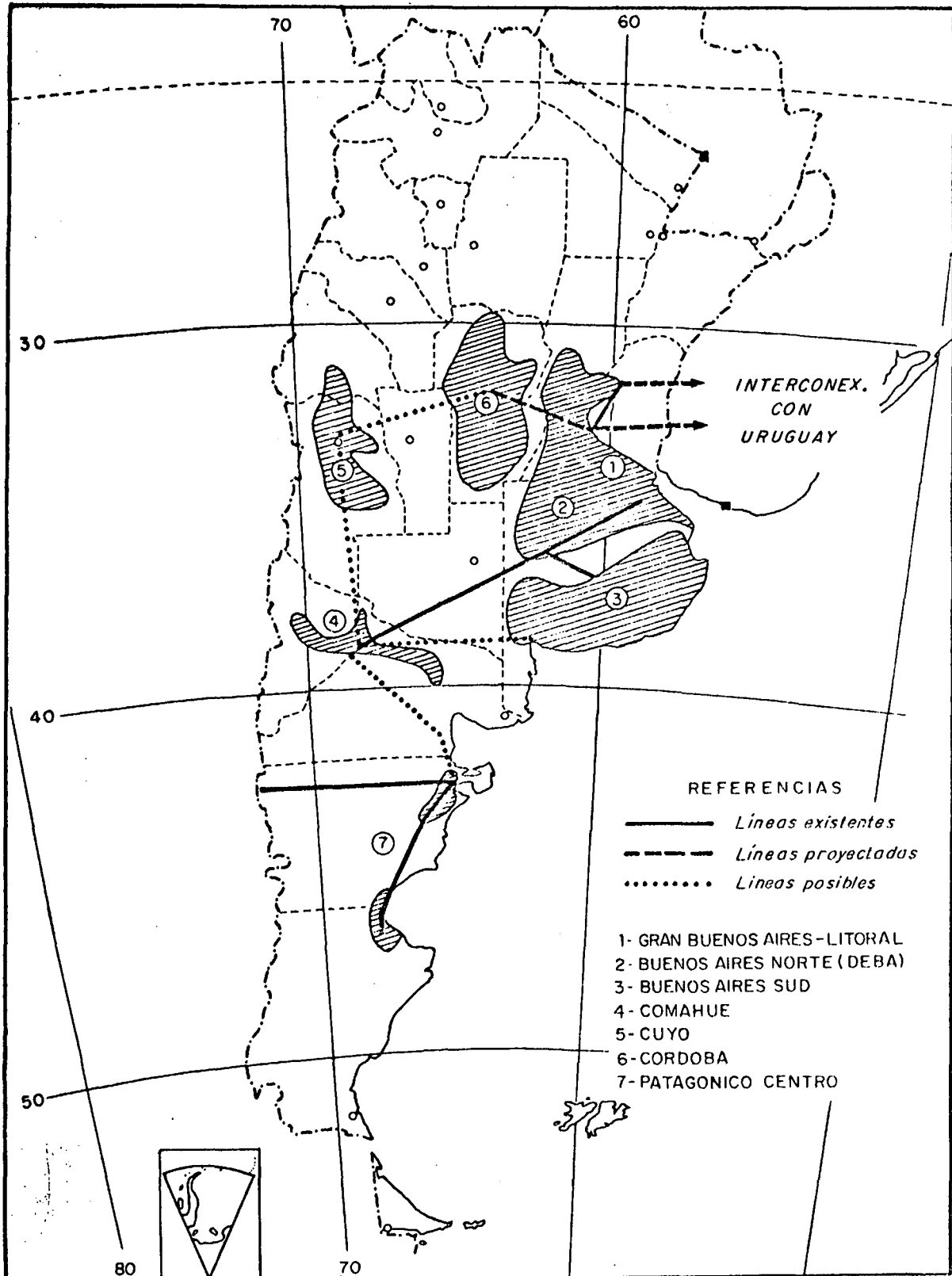
Sobre estas bases, el análisis determina los requerimientos de potencia y energía de las distintas zonas del diagrama de cargas.

Dado que a los efectos de este trabajo sólo interesa la zona de Br y Bt que configuran la zona de Base en la que deben operar las centrales nucleares, el análisis se limita a esa zona, consignándose sus resultados en la Tabla 2-3, pudiéndose extraer las siguientes reflexiones:

- 1° La curva de duración de cargas (monótona) aquí considerada, es de mayor demanda de potencia y energía de Base que la empleada para la región Cuyo en el A.R.E.E.A.
- 2° Si se cumple el equipamiento previsto para las restantes regiones y en general para el S.N.I., las demandas de los años 1980 y 1986 podrían ser satisfechos por los otros mercados, apelando además a los superávits de reserva existentes, o a la reserva misma si fuera necesario.
- 3° A partir del año 1987, la situación del S.N.I. se torna

FIGURA 2-2

SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO



CONFORMACION DEL PARQUE DE GENERACION EN EL PERIODO DE ESTUDIO

TABLA 2-2

Año	HIDRO (MW)						TERMICA (MW)				TOTAL (MW)
	B	SB	SP	P	RHF	Subtotal	B	P	RTF	Subtotal	
1974	95	43,6	27,3	62	144	371,9	120	101,4	15,2	236,6	608,5
1975 (1)	95	43,6	27,3	62	144	371,9	120	157,4	15,2	292,6	664,5
1976	95	43,6	27,3	62	144	371,9	120	157,4	15,2	292,6	664,5
1977 (2)	95	43,6	157,3	62	144	501,9	120	157,4	15,2	292,6	794,5
1978 (3)	95	82,6	157,3	174	144	652,9	430	101,4	15,2	546,6	1199,5
1979 (4)	95	82,6	157,3	286	144	764,9	430	101,4	15,2	546,6	1311,5
1980 (5)	95	82,6	441,3	386	144	1148,9	430	101,4	15,2	546,6	1695,5
1981 (6)	95	82,6	441,3	536	144	1298,9	430	101,4	15,2	546,6	1845,5
1982 (7)	95	82,6	641,3	686	144	1648,9	430	101,4	15,2	546,6	2195,5
1983 (8)	95	82,6	641,3	956	144	1918,9	430	101,4	15,2	546,6	2465,5
1984	95	82,6	641,3	956	144	1918,9	430	101,4	15,2	546,6	2465,5
1985	95	82,6	611,3	956	144	1918,9	430	101,4	15,2	546,6	2465,5
1986 (9)	295	82,6	641,3	1456	144	2618,9	430	101,4	15,2	546,6	3165,5
1987 (10)	295	82,6	641,3	1976	144	3138,9	430	101,4	15,2	546,6	3685,5
1988	295	82,6	641,3	1976	144	3138,9	430	101,4	15,2	546,6	3685,5
1989	295	82,6	641,3	1976	144	3138,9	430	101,4	15,2	546,6	3685,5
1990	295	82,6	641,3	1976	144	3138,9	430	101,4	15,2	546,6	3685,5

- (1) Se adicionan 56 MW de TG, que operan en P.
- (2) Se adicionan 130 MW hidráulicos que operan en SP.
- (3) Se adicionan 112 MW hidráulicos que operan en P, 39 MW también hidráulicos que operan en SB, y 350 MW térmicos que operan en B. Se retiran 56 MW de TG que operan en P.
- (4) Se adicionan 112 MW hidráulicos que operan en P.
- (5) Se adicionan 284 MW hidráulicos que operan en SP y 100 MW también hidráulicos que operan en P.
- (6) Se adicionan 150 MW hidráulicos que operan en P.
- (7) Se adicionan 150 MW hidráulicos que operan en P y otros 200 MW también hidráulicos que operan en SP.
- (8) Se adicionan 270 MW hidráulicos que operan en P.
- (9) Se adicionan 200 MW hidráulicos que operan en B y 500 MW también hidráulicos que operan en P.
- (10) Se adicionan 520 MW hidráulicos que operan en P.

ANÁLISIS DEL DIAGRAMA DE DURACION DE CARGAS EN LA ZONA DE BASE

TABLA 2-3

Parámetros	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
1 -Demanda máxima de potencia (MW)	711	804	908	1026	1160	1311	1481	1673	1891	2137	2415
2 -Demanda de energía (GWh)	4175	4718	5331	6024	6807	7692	8692	9822	11099	12542	14172
3 -Demanda de potencia Br (MW)	241,1	272,6	307,8	347,8	393,2	444,5	502,1	567,1	641,1	724,4	818,7
4 -Demanda de energía Br (GWh)	2112,6	2387,3	2697,5	3048,1	3444,3	3892,2	4398,2	4969,9	5616,1	6346,3	7171,0
5 -Potencia hidro disponible de 8400h (MW)	95	95	95	95	95	95	295	295	295	295	295
6 -Energía hidro disponible de 8400h (GWh) (5) x 8400h	798	798	798	798	798	798	2478	2478	2478	2478	2478
7 -Demanda de potencia Br no cubierta (MW) (3) - (5)	146,1	177,6	212,8	252,8	298,2	349,5	207,1	272,1	346,1	429,4	523,7
8 -Demanda de energía Br no cubierta (GWh) (4) - (6)	1314,6	1589,3	1899,5	2250,1	2646,3	3094,2	1920,2	2491,9	3138,1	3868,3	4693,0
9 -Potencia de 7000h necesaria para cubrir la energía en Br (MW) (3) : 7000 h	187,8	227,0	271,4	321,4	378,0	442,0	274,3	356,0	448,3	552,6	670,0
10-Demanda de potencia B _t (MW)	204,8	231,6	261,6	295,5	334,1	377,6	426,5	481,8	544,6	615,5	695,5
11-Demanda de energía B _t (GWh)	1557,3	1759,3	1988,5	2247,0	2539,0	2869,1	3242,1	3663,6	4139,9	4678,2	5286,2
12-Demanda de potencia de B (MW) (10) + (9)	392,6	458,6	533,0	616,9	712,1	819,6	700,8	837,8	992,9	1168,1	1365,5
13-Demanda de energía de B (GWh) (11) + (8)	2371,9	3349,1	3888,0	4497,1	5185,3	5963,3	5162,3	6155,5	7278,0	8546,5	9979,2
14-Potencia térmica de 7000 h disponible (MW)	430,0	430,0	430,0	430,0	430,0	430,0	430,0	430,0	430,0	430,0	430,0
15-Energía térmica disponible (GWh) (14) x 7000h	3010,0	3010,0	3010,0	3010,0	3010,0	3010,0	3010,0	3010,0	3010,0	3010,0	3010,0
16-Demanda de potencia de B no cubierta (MW) (12) - (14)	-----	28,6	103,0	186,9	282,1	389,6	270,8	407,8	562,9	738,1	935,5
17-Demanda de energía de B no cubierta (GWh) (13) - (15)	-----	339,1	878,0	1487,1	2175,3	2953,3	2152,3	3145,5	4268,0	5536,5	6969,2
18-Potencia térmica o nuclear de 7000 h para cubrir el déficit de energía de B (GWh) (17) : 7000 h	-----	48,4	125,4	212,4	310,8	421,9	307,5	449,4	609,7	709,9	995,6

más crítica, ya que solamente podría satisfacer la demanda de potencia de la región afectando a ello toda la disponibilidad de la reserva. En consecuencia sería necesario instalar una central nuclear de 600 MW en la región de Cuyo, que entre en operación en el año 1986 o 1987.

Aunque la fecha de entrada en servicio de esta central nuclear puede variar por la evolución del mercado eléctrico de la región, se desprende que para el año 1980 es conveniente tener previstas varias ubicaciones tentativas para la misma, por lo cual se ha realizado el presente trabajo, a los efectos de seleccionar las ubicaciones más convenientes para la instalación de la Central Nuclear Cuyo.

SEGUNDA PARTE

DETERMINACION DE UBICACIONES POSIBLES

1. Criterios para orientar la búsqueda de las ubicaciones posibles.

Los criterios para la búsqueda de posibles ubicaciones se establecieron siguiendo la metodología propuesta en el capítulo 2 del "Modelo para realizar estudios de emplazamiento para instalaciones nucleares en Argentina (CNLA, 1976).

De acuerdo con ello y las características bien definidas de la región cuyana, se analizó en gabinete el área de la región, buscando todos los lugares de posibles emplazamientos que en principio pudieran satisfacer los siguientes aspectos: requerimientos de agua de refrigeración, terrenos disponibles en lugares que no afecten las condiciones establecidas de la economía cuyana (poblaciones, riego, cultivos, plantaciones), grados de cobertura para el riesgo sísmico (importante en la región), y las exigencias que impone el riesgo radiosanitario de toda instalación nuclear. Los lugares de posibles emplazamientos fueron reconocidos luego en el terreno, para poder hacer el análisis de sus condiciones. Corresponde hacer las consideraciones siguientes sobre los criterios referidos.

1.1. Disponibilidad de agua

La refrigeración del condensador de una central nucleoelectrica de uranio natural como la programada para la región de Cuyo, de 600 MW, requiere disipar 1.400 MW térmicos, de modo que si se establece un "orden" de calentamiento del agua de refrigeración en el condensador de 7°C para circuito abierto y de 10°C para circuito cerrado, se requiere un caudal de agua de refrigeración de 170.000 m³/hora (48 m³/seg) y de 120.000 m³/hora (33 m³/seg) respectivamente

Un sistema de refrigeración por circuito abierto exige disponer del caudal necesario directamente desde la fuente fría externa de agua. Un sistema de circuito cerrado, en cambio, requiere solamente agua de reposición, cuyo caudal se estima variable entre 0,6 m³/seg y 1 m³/seg, según el dispositivo que se adopte. Tanto un sistema como otro imponen disponer de una fuente de agua para refrigeración. Los caudales requeridos o los consumos por agua de reposición hicieron que se considerara la disponibilidad de agua como el criterio que guiara, en principio, el reconocimiento en el terreno de lugares para emplazamientos posibles. Las disponibilidades de agua en la región de Cuyo están dadas casi exclusivamente por los ríos que naciendo en la Cordillera de Los Andes, terminan en el río Desaguadero o en el Colorado, o se pierden en las lagunas de Guanacache o Llanacanelo (Figuras 3-10 y 3-21).

Esto obliga a considerar o evaluar en primer término las posibilidades que brindan dichos ríos como fuentes de agua de refrigeración.

Solamente el río San Juan en la provincia homónima, y el río Grande en la de Mendoza, tienen módulos que prácticamente siempre han estado por arriba del valor de 48 m³/seg exigido para una refrigeración por circuito abierto para un "orden" de 7°C, pero no tienen un excedente con respecto a dicho valor lo suficientemente amplio para ser considerados seguros, ya que sus módulos promedio son de 60 m³/seg y 110,4 m³/seg respectivamente.

En cuanto a los caudales mínimos, que son los determinantes con respecto a los requerimientos para circuito abierto de refrigeración, ninguno de los ríos de la región ofrece seguridades de disponibilidad del caudal de 48 m³/seg en todo momento.

Esta conclusión deja las siguientes posibilidades para la ubicación de instalaciones nucleoelectricas en función de los requerimientos de agua de refrigeración:

a) Refrigeración por circuito abierto:

- Utilizar el agua de los embalses existentes o en construcción con plazo de terminación próximo.
- Refrigeración por circuito abierto sobre el río Grande, previo un estudio riguroso de sus disponibilidades mínimas en largos períodos y de irregularidades de su cuenca. Se deberá tener en cuenta el carácter interprovincial de sus aguas.

b) Refrigeración por circuito cerrado:

El caudal necesario puede ser suministrado por cualquiera de los ríos de la región, condicionado a los usos del agua abajo del punto de toma.

Este caudal se estima, para esta etapa del estudio, en 1 m³/seg. Esta posibilidad permite para este sistema de refrigeración, una mayor elasticidad en la elección del lugar de ubicación de la central, siempre que la derivación se haga aguas arriba de las presas de los canales maestros para riego.

c) Refrigeración por sistema mixto:

Una información completa sobre los regímenes y temperaturas de los ríos a lo largo de grandes períodos, permitirá considerar un régimen de refrigeración mixto: en circuito abierto de octubre a abril, y en circuito cerrado de mayo a septiembre.

1.2. Seguridad

La seguridad cubre el conjunto de disposiciones técnicas impuestas en las etapas de proyecto, construcción, explotación y finalmente de desmontaje de las instalaciones, para asegurar el funcionamiento normal, prevenir los accidentes y limitar sus efectos.

Implica dos tipos de relaciones entre la central y su entorno, que permiten establecer dos categorías de riesgos:

- a) Los riesgos debidos a fallas internas de la instalación. Estos riesgos tienen una probabilidad de ocurrir extremadamente baja. La protección radiológica corresponde a las disposiciones tomadas para proteger a los trabajadores y al público contra los riesgos eventuales presentados por la instalación, tanto durante su funcionamiento normal como en caso de accidente.
- b) Los riesgos ocasionados por el entorno sobre la instalación. Estos riesgos pueden ser consecuencia de cataclismos naturales (sismos y fenómenos asociados, tempestades, tornados, inundaciones, etc.) o tener su origen en la obra del hombre (roturas de presas, caídas de aviones y misiles, efectos del ambiente industrial, etc.)

Ninguno de estos riesgos debe provocar situaciones accidentales en la explotación de la central que conduzcan a perder el control de los elementos radioactivos confinados en la instalación.

1.3. Riesgo sísmico

Entre los riesgos determinados por el lugar sobre la instalación, mencionados en el párrafo b) del punto anterior, tiene una importancia singular en la región cuyana el riesgo sísmico. Este se define como la probabilidad de ocurrencia de por lo menos un sismo de determinadas características en un intervalo de tiempo dado.

La región cuyana es eminentemente sísmica, debido a su conformación geológica y tectónica.

Las centrales nucleares, por sus requerimientos de seguridad y valor económico, requieren una evaluación lo más precisa posible del riesgo sísmico en las localizaciones probables.

El sismo de diseño para un lugar es el sismo más intenso que razonablemente se pueda esperar en el sitio específico.

Para una instalación nuclear, este terremoto es aquel que representa en el lugar el movimiento vibratorio potencialmente máximo. Si ocurriera este terremoto, un número de importantes estructuras de seguridad y componentes de la instalación deben permanecer en plena operación.

En la etapa de estudio de ubicación de la central, el riesgo sísmico queda definido entonces como la probabilidad de ocurrencia en un intervalo dado, de terremotos con mayor poder destructivo que el del límite fijado.

1.3.1. Sismos potenciales máximos en Cuyo

Dado que el terremoto de diseño se define como el más severo que puede esperarse en el lugar, debe hacerse uso de los registros históricos obtenibles que se extiendan desde la mayor antigüedad posible.

Cada uno de los eventos sísmicos seleccionados para cada área serían los respectivos "sismos potenciales máximos", es decir aquellos que por sus particularidades de magnitud y profundidad de foco, ocasionen un nivel de daños que presumiblemente es un límite superior de los efectos sísmicos en el área adyacente a la ubicación en estudio.

Para las distintas zonas de las provincias de San Juan y Mendoza se adoptan como sismos potenciales máximos los correspondientes a los terremotos del 27 de octubre de 1894, 20 de marzo de 1861 y 30 de mayo de 1929.

Las áreas en que se ubicaría a cada uno de ellos están delimitadas en la Figura 4-1.

Zona A - Sismo del 27 de octubre de 1894 (Magnitud 8-8,4)
(Prof.80 km)

Zona B - Sismo del 20 de marzo de 1861 (Magnitud 7-7,2)
(Prof.30 km)

Zona C - Sismo del 30 de mayo de 1929 (Magnitud 6,7)
(Prof.30 km).

1.3.2. Evolución de la intensidad sísmica

Para la ciudad de Mendoza se puede obtener información histórica sobre efectos de temblores ocurridos con posterioridad al sismo del 20 de marzo de 1861 (Tabla 4-1).

TABLA 4-1

LISTA DE LOS TERREMOTOS QUE CAUSARON DAÑOS EN LA CIUDAD DE MENDOZA DURANTE EL PERIODO 1861-1971

<u>Fecha</u>	<u>Máxima velocidad de terremoto estimada</u>
Marzo 20, 1861	45,0 cm/seg
Diciembre 20, 1883	9,0 cm/seg
Octubre 27, 1894	8,0 cm/seg
Agosto 12, 1903	12,0 cm/seg
Julio 26, 1917	15,0 cm/seg
Diciembre 17, 1920	7,0 cm/seg
Abril 14, 1927	20,0 cm/seg
Mayo 23, 1929	8,3 cm/seg
Enero 15, 1944	6,6 cm/seg
Abril 25, 1967	7,5 cm/seg

La información histórica se remonta a poco más de un siglo. Para las décadas recientes la información corresponde a las estaciones sismológicas de la red nacional e internacional.

Con la información suministrada en los últimos 50 años por las estaciones sismológicas, se han trazado las curvas de la Figura 4-2, las que miden y ubican la energía de deformación liberada anualmente en esa época.

FIGURA 4-1

SISMOS POTENCIALES MAXIMOS EN LA REGION DE CUYO

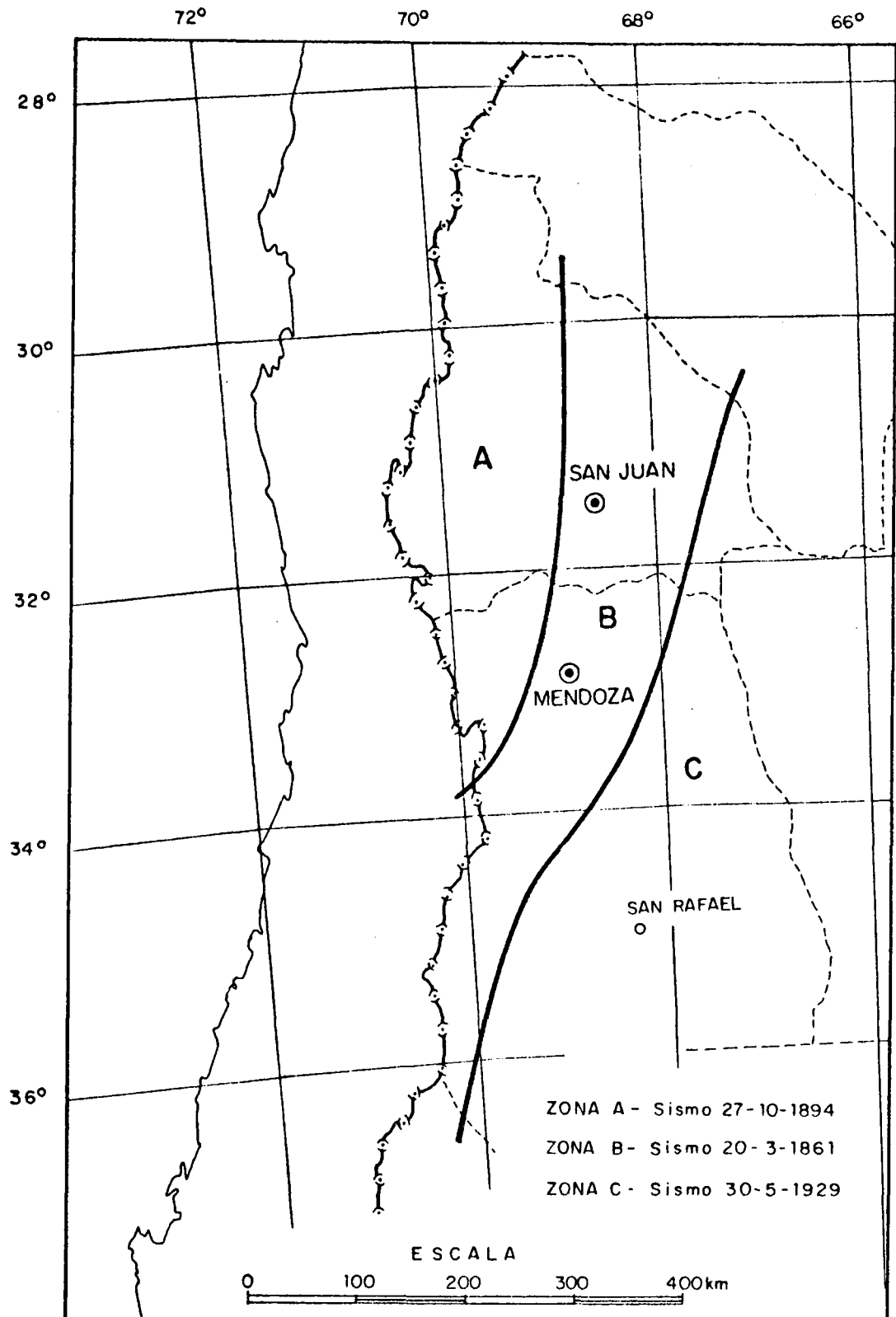
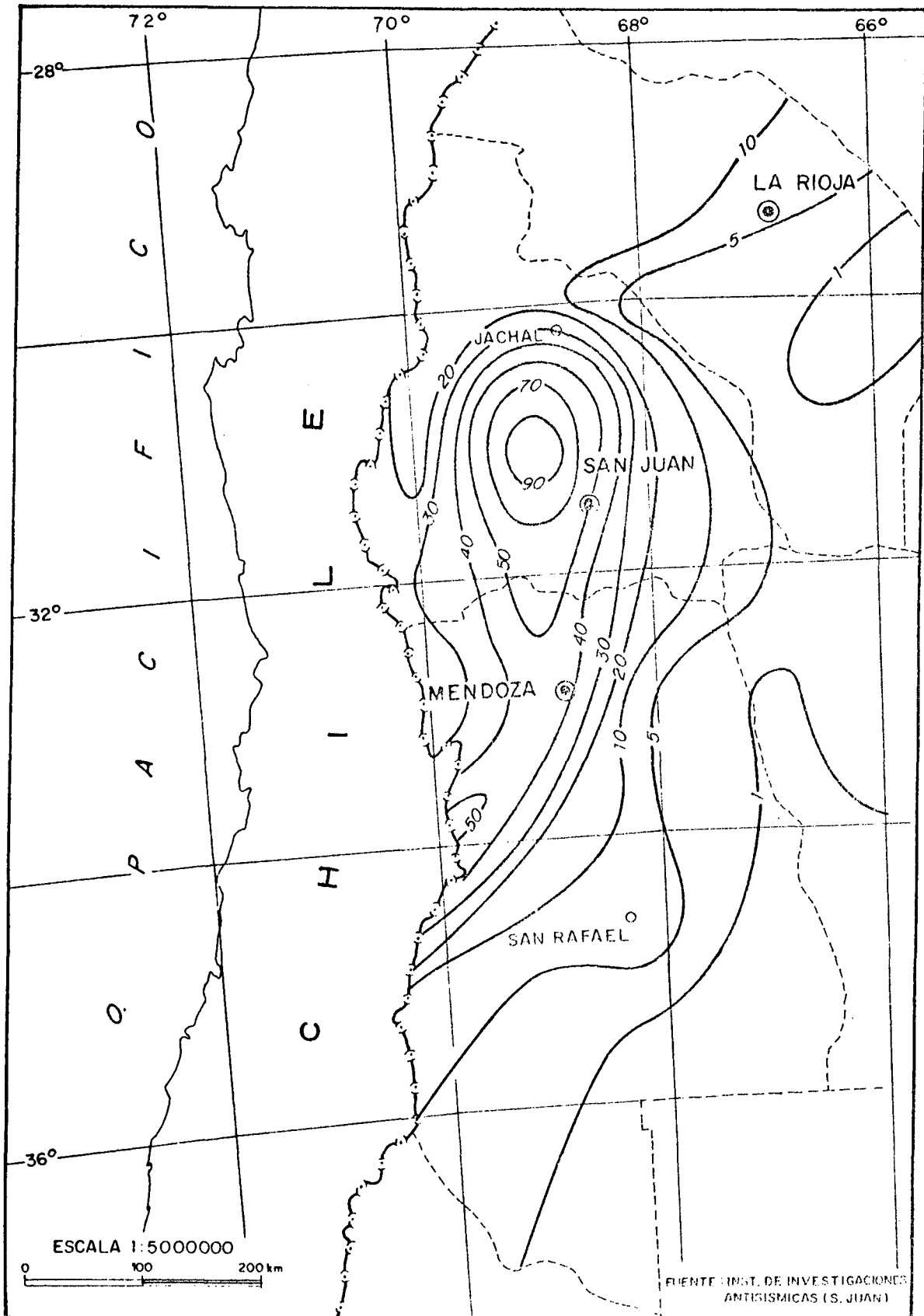


FIGURA 4-2

ENERGIA DE DEFORMACION MEDIA ANUAL LIBERADA EN EL
INTERVALO 1920-1971 EN LA REGION DE CUYO



La Tabla 4-5 da detalles sobre las características de los terremotos y las magnitudes de sus intensidades. La Tabla 4-6 establece la relación entre las distintas escalas sísmicas.

1.3.3. Acciones indirectas de sismos

Además del daño directo provocado por el movimiento del terreno, pueden ocurrir hechos como consecuencia de un terremoto, que afecten la estabilidad y el mantenimiento de las condiciones de seguridad. Por ello deben preverse las siguientes acciones indirectas de sismos:

- 1) Deslizamientos de terreno que caigan en embalses, originando olas de agua destructivas.
- 2) Efectos de un bloqueo de un río, o de su desviación o endicamiento, sobre el suministro de agua de refrigeración.
- 3) Efectos de daños en diques y estructuras de toma y canales, existentes aguas arriba o abajo de la ubicación.

TABLA 4-5

BREVE CARACTERIZACION DE LOS TERREMOTOS

Grado de
Intensidad

I	Sólo registrado por sismógrafos.
II	Sólo percibido por algunas personas descansando.
III	Sólo percibido por pocas personas.
IV	Sentido por muchas personas. Tableteo de vajillas y puertas.
V	Oscilación de objetos colgados, mucha gente durmiendo se despierta.
VI	Daños leves en edificios y pequeñas rajaduras en revoques.
VII	Rajaduras en revoques, rajas en paredes y chimeneas.
VIII	Extensas rajaduras en la albañilería, partes de aleros y cornisas caen.
IX	En algunas edificios paredes y techos colapsan, deslizamiento de tierra.
X	Colapsos en muchos edificios, rajaduras en la tierra de hasta un ancho de 1 m.
XI	Muchas rajaduras en la tierra, deslizamiento de tierra y caída de rocas.
XII	Fuertes cambios en la superficie de la tierra.

TABLA 4-6

TABLA DE CONVERSION DE ESCALAS SISMICAS

Escala Sísmica MSK 1964	Escala del Instituto de Física de la Tierra Acad.de Cien- cias Soviéticas 1952	Modificación americana de la escala de Mercalli (MM) - 1931	Escala japone sa 1950	Escala Rossi- Foret 1873	Escala europea Mercalli- Cancani- Siebert 1917
I	1	I	0	I	I.
II	2	II	1	II	II
III	3	III	2	III	III
IV	4	IV	2,3	IV	IV
V	5	V	3	V-VI	V
VI	6	VI	4	VII	VI
VII	7	VII	4,5	VIII	VII
VIII	8	VIII	5	IX	VIII
IX	9	IX	6	X	IX
X	10	X	6	X	X
XI	11	XI	7	X	XI
XII	12	XII	7	X	XII

1.4. Condiciones del terreno

El aprovechamiento del agua para regadío es la base de la agricultura cuyana, la cual constituye la principal actividad económica de la región, y marca las "cuencas verdes" de las dos provincias (Figura 3-21).

Los caudales de agua disponibles son utilizados casi totalmente en la actualidad, y su rendimiento y alcance geográfico determinan los límites de los oasis.

Es por ello importante que los emplazamientos a reconocer como posibles no invadan zonas cultivadas o de posible utilización agrícola futura. Una instalación nuclear que puede comprender en el futuro hasta dos centrales de 600 MW, necesita del orden de 200 ha,

que no deben restarse al área cultivable.

En relación con las obras a ejecutar, debe tenerse presente que una central es una obra pesada, con grandes requerimientos en cuanto a calidad del terreno para fundaciones.

Las condiciones de infraestructura del lugar, aunque son obras relativamente poco costosas, y compensables en sus carencias, inciden por último en las consideraciones sobre el terreno.

1.5. Protección del medio ambiente

Los riesgos radiosanitarios que pueden afectar al medio ambiente se tuvieron en cuenta al considerar la seguridad.

La previsión de dichos riesgos es fundamental en el caso de una central nuclear, y por ello tiene prioridad absoluta sobre cualquier otro riesgo de daño a provocar en el medio ambiente.

Debe prevenirse particularmente la contaminación ambiental del aire y del agua por la emisión de radionucleídos. La radiación directa emitida durante el proceso nuclear es contenida por los blindajes de la instalación, sin embargo pasan del reactor al ambiente cantidades pequeñas y controladas de radionucleídos.

La previsión de los efectos de los radionucleídos emitidos a la atmósfera, debe tener en cuenta las distancias a centros poblados de distinta importancia, zonas de cultivos y de explotación lechera, y el régimen de vientos. Deben controlarse los efluentes líquidos para evitar la contaminación del agua

Aparte de los efectos radiológicos, se pueden distribuir los efectos sobre el medio ambiente en tres categorías:

- efectos sobre el medio físico.
- efectos sobre el medio viviente.
- efectos sobre el medio socio-económico

- a) Sobre el medio físico, los efectos más importantes serán sobre la fuente fría, el calentamiento del agua de embalses o ríos para el circuito abierto, y los penachos de la evaporación en el caso de circuitos cerrados. Serán tenidas en cuenta también las modificaciones del paisaje inducidas por la central.
- b) Sobre el medio viviente, los efectos serán fundamentalmente las consecuencias de las modificaciones físicas que se produzcan. Lo más determinable actualmente, se refiere al efecto de elevación de la temperatura del agua de la fuente fría.
- c) Sobre el medio socio-económico, una central energética introduce transformaciones notables en el lugar, cuando, como en el caso de Cuyo, se implanta en un medio agrícola, de cultivos intensivos y con alto grado de aprovechamiento del agua para riego.

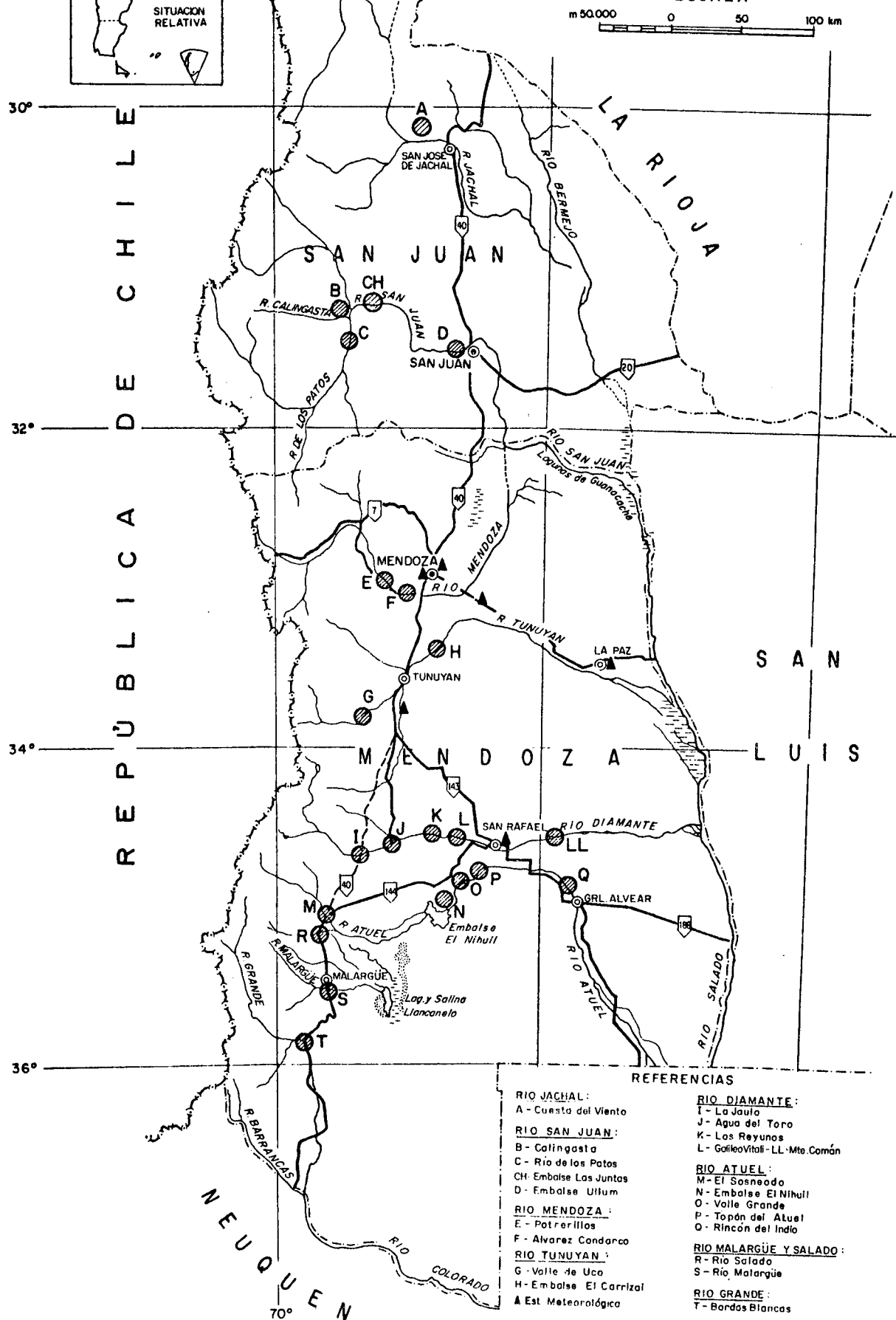
2. Búsqueda de ubicaciones posibles

Definidos los criterios para seleccionar emplazamientos posibles en la región, la búsqueda de éstos se hizo con el estudio de cartas y documentación disponible, estableciendo las siguientes zonas para reconocimiento en el terreno (Figura 4-5):

- A - Río Jáchal: al NO de San José de Jáchal, en el lugar llamado Cuesta del Viento (embalse a construir)
- B - Río Calingasta: en su confluencia con el río de Los Patos.
- C - Río de Los Patos: al S de su confluencia con el río Calingasta, hasta Tamberfías.
- CH - Río San Juan: en su recorrido por el valle de Calingasta, entre la confluencia de los ríos Los Patos y Castaño Viejo y su entrada en la quebrada (proyecto de embalse Las Juntas)

- D - Río San Juan: en la ubicación del embalse Ullum (en construcción adelantada), al O de la ciudad de San Juan.
- E - Río Mendoza: en la ubicación del futuro embalse Potrerosillos.
- F - Río Mendoza: desde Cacheuta hasta Luján de Cuyo, en particular en Alvarez Condarco.
- G - Río Tunuyán: desde la ubicación del futuro embalse Los Blancos hasta Campo Los Andes, en particular en la presa de derivación para riego de Valle de Uco.
- H - Río Tunuyán: en la ubicación del embalse El Carrizal y del dique derivador de riego Gobernador Benegas.
- I - Río Diamante: desde la población de La Jaula en el cruce con la ruta nacional N° 40, hasta la presa en construcción de Agua de Toro.
- J - Río Diamante: en la ubicación del embalse Agua de Toro (en construcción adelantada).
- K - Río Diamante: en la ubicación del embalse Los Reyunos (en construcción adelantada).
- L - Río Diamante: en la zona de la presa de derivación para riego Galileo Vitali, entre el embalse Los Reyunos y la ciudad de 25 de Mayo.
- LL - Río Diamante : aguas abajo de la ciudad de San Rafael, hasta la ciudad de Monte Comán.
- M - Río Atuel: en el cruce de la ruta nacional N°40, población El Sosneado.
- N - Río Atuel: en la ubicación del embalse El Nihuil.
- O - Río Atuel: en el embalse Valle Grande.
- P - Río Atuel: desde el embalse Valle Grande, aguas abajo hasta Rincón del Atuel, en particular el lugar conocido como Topón del Atuel.
- Q - Río Atuel: desde Rincón del Atuel, aguas abajo hasta las proximidades de la ciudad de General Alvear,

ESCALA



con observación en los lugares al E de El Escorial, Colonia Las Malvinas, Puente de Cañada Seca, La Guevarina (cruce de la ruta N° 143), Rincón del Indio (presa de derivación para riego).

R - Río Salado: en el cruce con la ruta nacional N°40.

S - Río Malargüe: en el cruce con la ruta nacional N°40

T - Río Grande: desde Portezuelo del Viento hacia el S de Bardas Blancas

3. Determinación de ubicaciones posibles

Como resultado de los reconocimientos practicados en el terreno en las zonas mencionadas, quedaron localizados los siguientes lugares como posibles ubicaciones de centrales nucleares:

Río Jáchal	-	Embalse Cuesta del Viento
Río Los Patos	-	Tramo de Calingasta a Tamberías
Río San Juan	-	Embalse Las Juntas y embalse Ullum.
Río Mendoza	-	Embalse Potrerillos y Alvarez Condarco
Río Tunuyán	-	Presa de riego de Valle de Uco y embalse El Carrizal.
Río Diamante	-	La Jaula, embalse Agua de Toro, embalse Los Reyunos y Galileo Vitali
Río Atuel	-	El Sosneado, embalse El Nihuil, embalse Valle Grande, Topón del Atuel y Rincón del Indio.
Río Salado	-	Cruce con ruta nacional N° 40.
Río Malargüe	-	Cruce con ruta nacional N° 40.
Río Grande	-	Bardas Blancas.

TERCERA PARTE

ANÁLISIS DE LAS UBICACIONES POSIBLES

1. Generalidades

El análisis de las ubicaciones determinadas como posibles para el emplazamiento de centrales nucleares, se hace según los mismos criterios que sirvieron para orientar su búsqueda. Ellos son:

- Disponibilidad de agua de refrigeración.
- Seguridad.
- Riesgo sísmico.
- Condiciones del terreno.
- Protección del medio ambiente.

Esta parte del estudio tiene por objeto descartar, de las veinte ubicaciones consideradas como posibles, aquellas que en su primer examen a la luz de estos criterios, no sean consideradas como convenientes. Tal reducción del número permite evaluar, en la etapa siguiente, las condiciones de las ubicaciones así preseleccionadas.

Los elementos de juicio para este examen lo constituyen: la información obtenida de los reconocimientos practicados en el terreno, los datos suministrados por reparticiones nacionales y provinciales y los propios antecedentes disponibles en la C.N.E. A. Una síntesis de esta información se consigna a continuación para las referidas veinte ubicaciones.

2. Ubicación embalse Cuesta del Viento

La construcción de este embalse está proyectada sobre el río Jáchal (Figura 5-1)

Los caudales del río Jáchal son completamente irregulares, y varían entre los valores 2m³/seg y 175m³/seg medios diarios, no existiendo hasta el presente ninguna obra hidráulica que regule sus aguas. Sólo posee un dique de toma y derivación, complementado con un sistema de canales para regadío, en Pachimoco, a cuya estación de aforos corresponden los valores de caudales para registros de 1960 a 1973 que se dan a continuación.

Máximo promedio mensual (12/1972)	42,6 m ³ /seg
Mínimo promedio mensual (8/1971)	3 m ³ /seg
Máximo promedio diario (20/1/1973)	97 m ³ /seg
Mínimo promedio diario (7/8/1971)	2,3 m ³ /seg

El lugar elegido para el embalse se encuentra aproximadamente a 160 km al N de la ciudad de San Juan, y a unos 40 km al NO de la ciudad de San José de Jáchal.

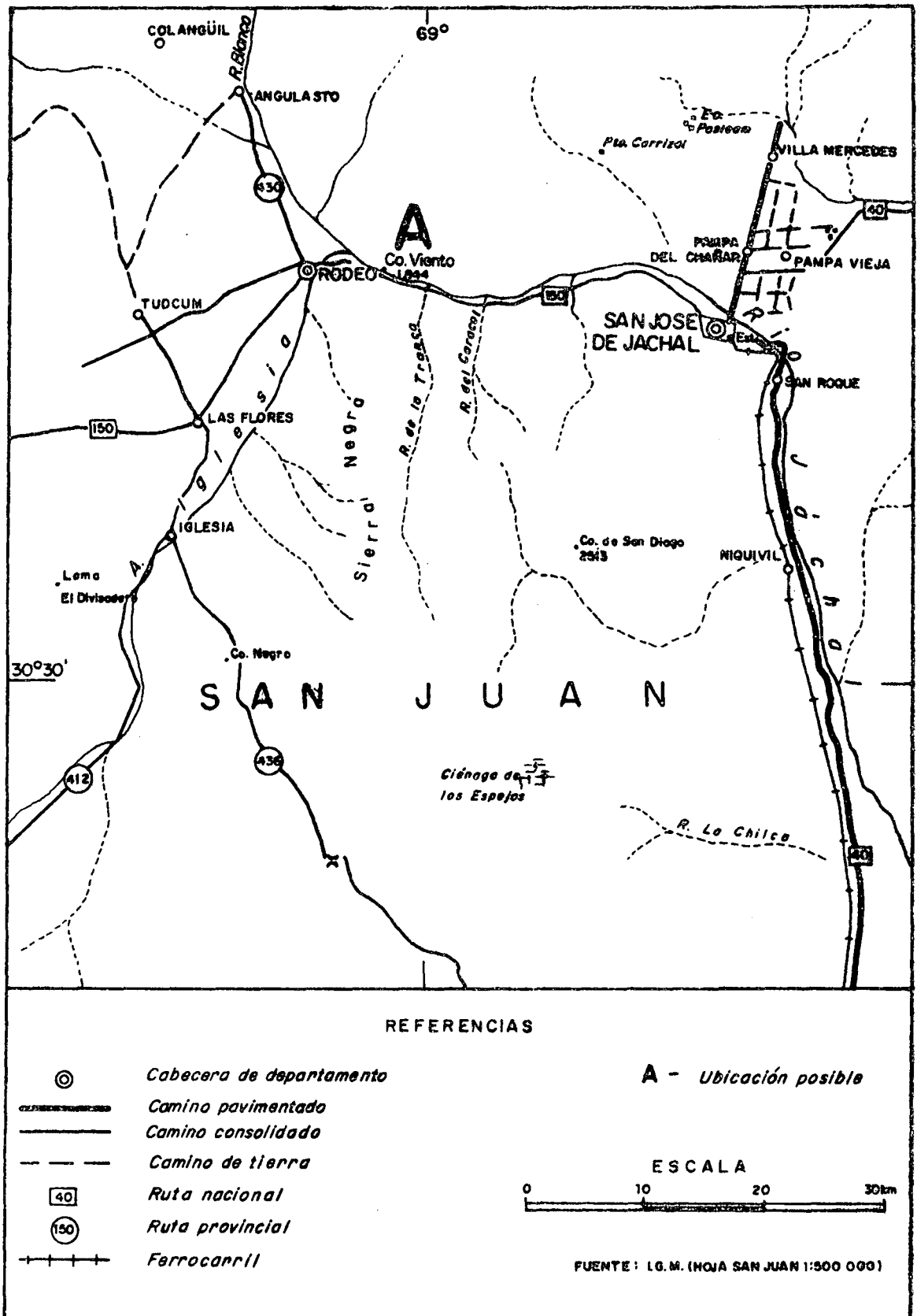
La obra tendrá por objeto la regulación y atenuación de crecidas, el suministro de agua a poblaciones, irrigación, uso industrial, y generación hidroeléctrica.

En el análisis de la ubicación, este embalse se considera como fuente fría del circuito de refrigeración.

Con respecto a la seguridad, se tendrá presente que la población de la ciudad de San José de Jáchal (20.000 habitantes) única importante de la zona, se encuentra a 40 km del proyectado embalse, y que la villa de Rodeo (5.000 habitantes) está a 8 km del mismo. Los riesgos de cataclismos naturales son los propios de las avenidas de los ríos de montaña en su nacimiento, atenuados por la construcción prevista del embalse regulador.

En cuanto a riesgo sísmico, la zona es de las menos expuestas de la provincia de San Juan y aún de todo Cuyo. Se encuentra en la línea 10 de probabilidad estadística de ocurrencia de sismos en 100 años, con velocidad máxima del terreno de 50 cm/seg.

UBICACION CUESTA DEL VIENTO



No hay limitaciones en cuanto a disponibilidad de terreno, pero deberá cuidarse el efecto sobre las zonas cultivadas, ya que Jáchal constituye uno de los oasis de la provincia de San Juan.

3. Ubicación sobre el río Los Patos

El lugar corresponde al tramo del río que corre entre las localidades de Calingasta y Tamberfas (Figura 5-2). Los caudales de este río resultan insuficientes para refrigeración por circuito abierto, pero es posible utilizar sus aguas en un régimen de refrigeración por circuito mixto.

Los datos de aforos en el lugar La Plateada ($69^{\circ} 41'0-31^{\circ} 53' S$) son los siguientes:

Promedio de módulos, 58 años	53 m ³ /seg
Máximo módulo (1941/42)	132 m ³ /seg
Mínimo módulo (1911/12)	20 m ³ /seg
Máximo promedio diario (12/1963)	387 m ³ /seg
Mínimo promedio diario (8/1953)	3 m ³ /seg

Las condiciones para la seguridad de los habitantes son buenas, por la escasez de poblaciones de importancia. En cambio, debe preverse la acción destructora de cataclismos naturales, como son los aluviones.

El lugar está expuesto a riesgo sísmico de los grados más importantes que se presentan en la región cuyana. Se encuentra entre las líneas 30 y 40 de probabilidad estadística de ocurrencia de sismos en 100 años, con velocidad máxima del terreno de 50 cm/seg.

Con respecto a la disponibilidad y características del terreno aguas arriba de la confluencia con el Castaño Viejo, entre Calingasta y Barreal, el río Los Patos presenta en sus már-

genes terrazas amplias que permitirían emplazar centrales nucleares. El acceso al lugar presenta grandes dificultades por las características del trazado de las rutas provinciales N° 406 y 412.

Por ser una zona muy cultivada, el emplazamiento exige tener en cuenta condiciones para proteger el medio ambiente.

4. Ubicación embalse Las Juntas

Según estudios realizados por la Empresa Agua y Energía Eléctrica, sería técnicamente factible la construcción de un embalse (que llevaría el nombre de Las Juntas), sobre el río San Juan en la zona del valle de Calingasta (Fig.5-2). Este embalse constituiría la fuente fría para el circuito de refrigeración de la central.

Los aforos de la estación de Agua y Energía Eléctrica del km 47, registran los siguientes valores de caudales para el año 1968: medio 69 m³/seg, máximo 462 m³/seg, y mínimo 22 m³/seg.

La característica desértica de la zona excluye el riesgo radiosanitario a las poblaciones. En cuanto a la acción cataclísmica de las crecientes y aluviones del río San Juan en este tramo de su nacimiento, el embalse actuará de atenuador.

La zona está expuesta a análogo orden de riesgo sísmico que la ubicación Los Patos. En ambas márgenes del río San Juan existen en el lugar amplias terrazas que permiten considerar la existencia de terreno disponible para emplazamiento de centrales.

El acceso al lugar se hace por la ruta nacional N°20, pavimentada, que une San Juan con Calingasta; en ese lugar empalma con la ruta provincial N° 412, para unirse en la provincia de Mendoza con la ruta N°39 hasta el valle de Uspallata.

La protección del medio ambiente no impone ninguna restricción por tratarse de una zona de montaña totalmente desértica.

5. Ubicación embalse Ullum

La obra del embalse de Ullum, se encuentra a 19 km aguas arriba de la ciudad de San Juan. La ruta N° 14, que une la capital de la provincia con la ciudad de Ullum, pasará en su nuevo trazado sobre la presa del embalse (Figura 5-4)

La obra tiene por objeto regular el caudal del río San Juan, con fines de regadío, y la generación de electricidad.

Las condiciones de seguridad radiológica de la ubicación deberán ser cuidadosamente evaluadas, por su proximidad a la capital de San Juan (112.500 habitantes), así como el cuidado del medio ambiente, por encontrarse en zona de intensa explotación agrícola. Las condiciones meteorológicas corresponden a la estación de San Juan.

Alrededor del embalse están previstas reservas de terrenos para: viviendas, hotel, casino, balnearios, áreas culturales y comerciales, terrenos para "camping" y actividades deportivas.

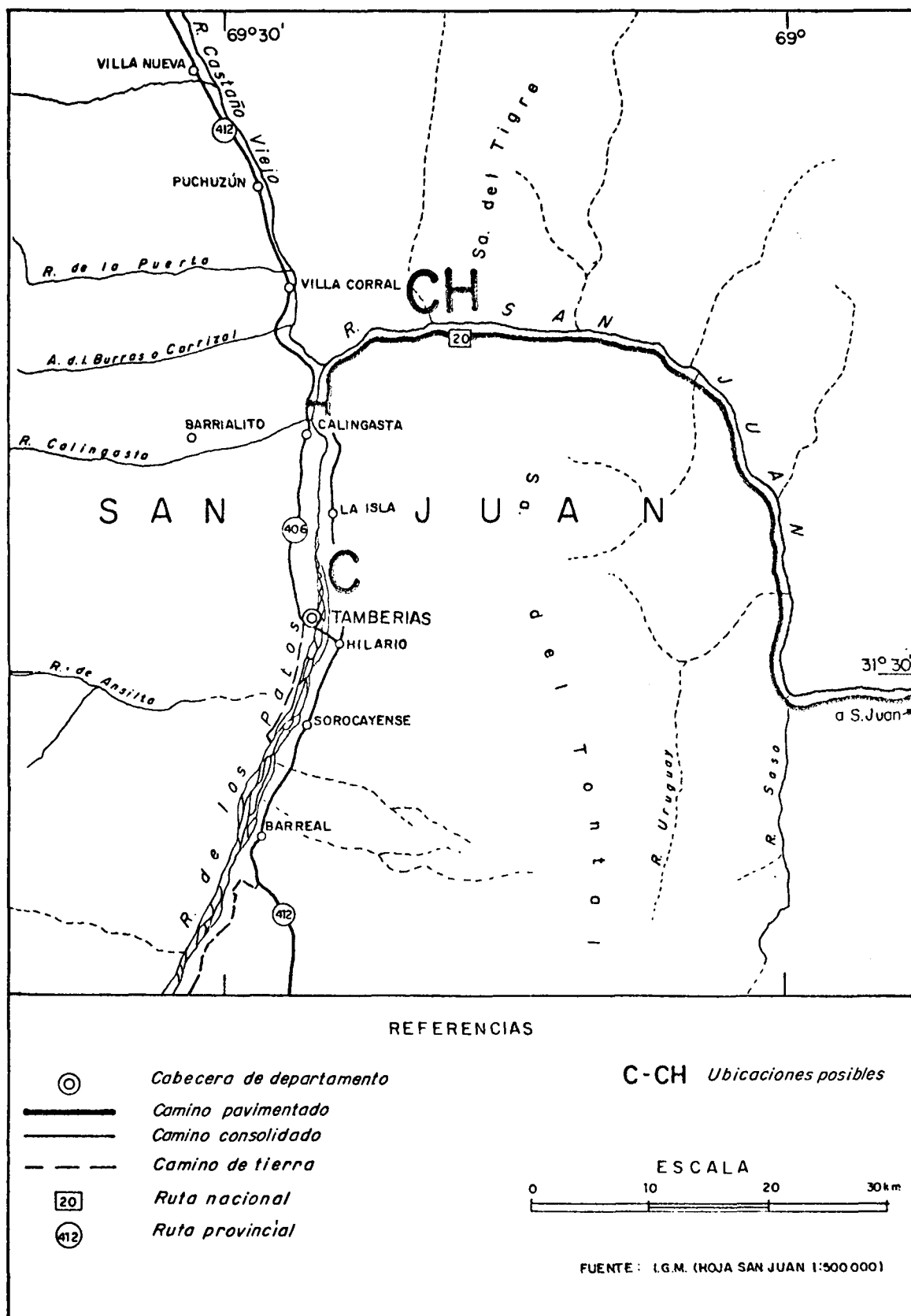
El riesgo natural más grande para centrales nucleares en este lugar es el sísmico, el cual alcanza el mismo grado de probabilidad de ocurrencia que la consignada para la ubicación sobre el río Los Patos.

En torno al embalse se dan condiciones suficientes de disponibilidad de terreno, si se asigna a la instalación nuclear prioridad sobre las reservas mencionadas.

6. Ubicación embalse Potrerillos

Este embalse es el único proyectado sobre el río Mendoza cuya terminación puede preverse que ocurra dentro del plazo de construcción de la central.

UBICACIONES EMBALSE LAS JUNTAS Y RIO DE LOS PATOS



Se encontrará ubicado aproximadamente a 25 km aguas arriba de la ciudad de Luján de Cuyo (Figura 5-10).

El objeto de la obra es la regulación y atenuación de crecidas, suministro de agua a poblaciones, irrigación y uso agrícola, generación eléctrica, uso industrial y varios. La presa principal tendrá, entre otras, las siguientes características:

- Cota de embalse normal	1.395 m s.n.m.
- Cota de embalse mínimo	1.320 m s.n.m.
- Variación del nivel de embalse	75 m

El acceso actual se realiza por el camino pavimentado a Cacheuta desde Luján de Cuyo. Este camino presenta las dificultades de trazado propias de camino de montaña, a partir de Alvarez Condarco; pero se prevé el trazado de un nuevo camino por la margen S del río Mendoza.

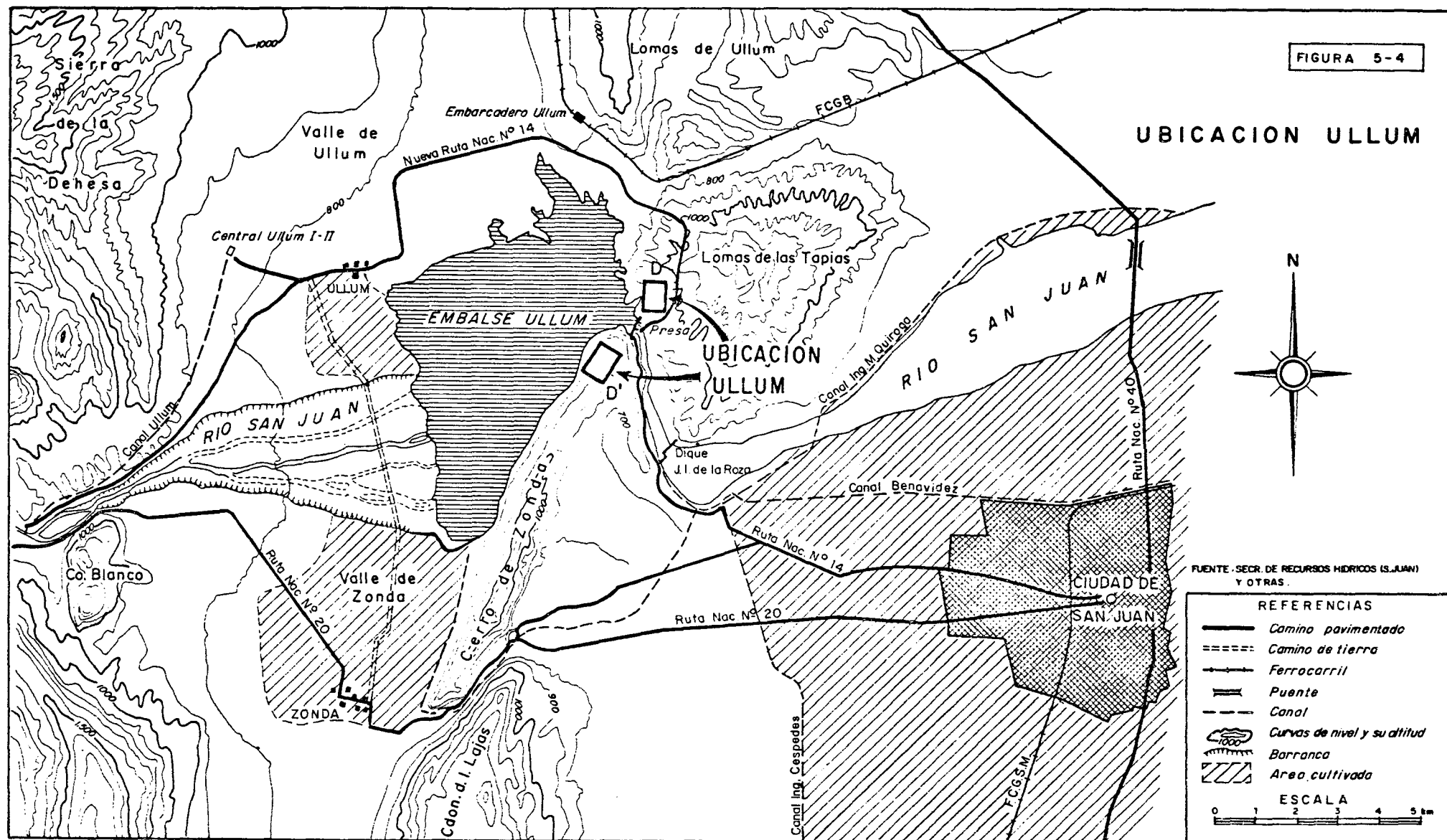
Las condiciones climáticas del lugar están dadas por los registros de las estaciones meteorológicas de Mendoza, Plumerillo y San Martín.

Las condiciones para la seguridad radiosanitaria son satisfactorias, la ciudad más próxima (Luján de Cuyo, 50.000 habitantes), se encuentra a 25 km de distancia, y no hay otras poblaciones de importancia.

El lugar se encuentra muy expuesto al riesgo sísmico, correspondiéndole la zona entre las líneas 30 y 40 de probabilidad estadística de ocurrencia en 100 años de sismos con velocidad máxima del terreno de 50 cm/seg.

Las condiciones del relieve del terreno en la ribera del futuro embalse no son favorables para la ejecución de obras civiles de importancia.

En cuanto a la protección del medio ambiente, la ubicación no ofrece riesgos.



7. Ubicación Alvarez Condarco

La zona que se ha considerado para utilización directa del río, es la que se extiende entre la salida del río Mendoza de la montaña y la presa de Luján de Cuyo, de la Empresa Agua y Energía Eléctrica (Figura 5-15).

El límite del sector, aguas abajo, está dado por la presa móvil de derivación para la central termoeléctrica de Luján de Cuyo.

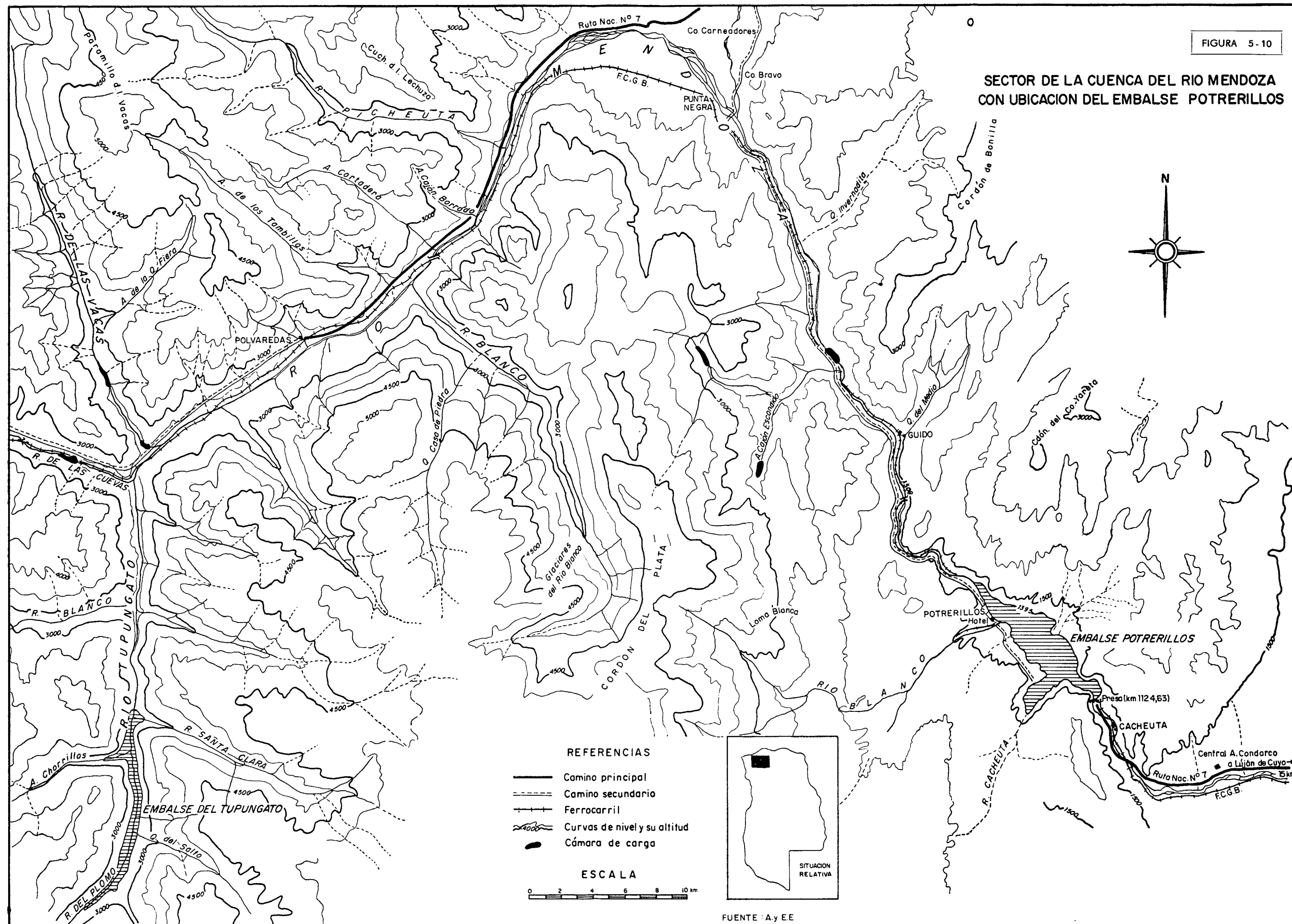
El río Mendoza, en el tramo referido, corre en un cauce de aproximadamente 500 m de ancho entre barrancas cortadas a pico, de unos 15 m de altura. La margen S, sobre la barranca, ofrece suficiente disponibilidad de terreno.

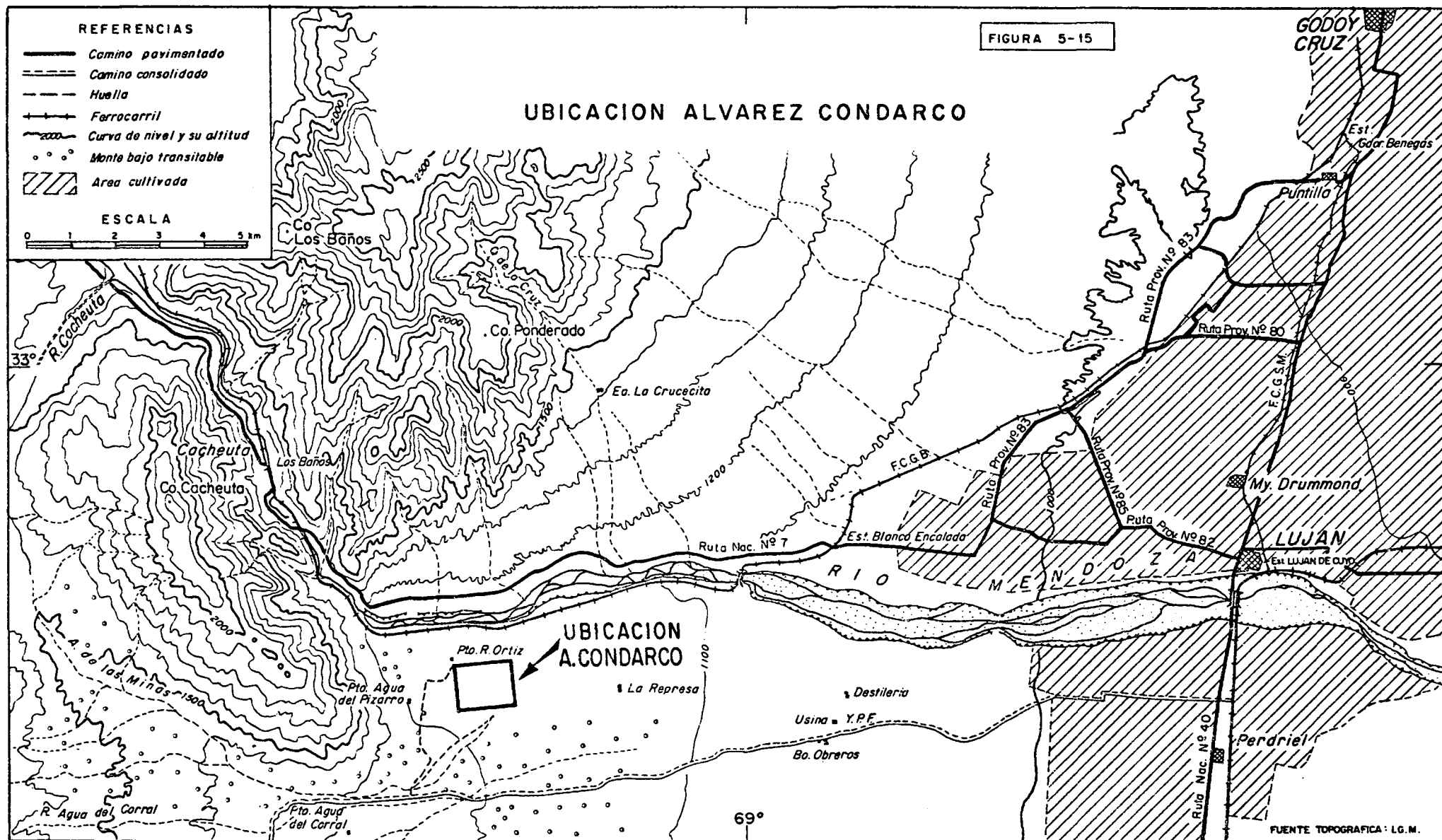
En la margen N, se encuentra la usina Alvarez Condarco de Agua y Energía Eléctrica, y en el extremo E la presa de derivación ya citada. La empresa Agua y Energía Eléctrica proyecta en el lugar la ampliación de la central termoeléctrica actual. Aguas abajo de las instalaciones de Agua y Energía Eléctrica, en la misma margen S, se encuentra la Destilería de Luján de Cuyo de Y.P.F. con un consumo propio de agua del río de 1 m³/seg. A continuación se encuentra la presa de derivación para riego de Cipolletti, de donde arrancan los canales maestros de riego que marcan el comienzo de la zona cultivada, y la planta potabilizadora de O.S.N.

La utilización del agua del río para refrigeración de una central nucleoelectrica debe tener en cuenta los usos descriptos y el caudal mínimo de 6 m³/seg, que prevé la regulación de Potrerillos, para considerar la elevación de temperatura en el río en el caso de un sistema mixto de refrigeración.

En principio, la ubicación de la central nucleoelectrica se haría en la margen S, aguas arriba de la presa de derivación de Agua y Energía Eléctrica.

SECTOR DE LA CUENCA DEL RIO MENDOZA
CON UBICACION DEL EMBALSE POTRERILLOS





Los registros de caudales del río corresponden a la estación Cacheuta y abarcan desde el año 1908 al 1974 con los siguientes valores:

Promedio de módulos (66 años)	50,5 m3/seg
Máximo módulo (1941/42)	114,5 m3/seg
Mínimo módulo (1968/69)	25,4 m3/seg
Máximo promedio diario (11/1/34)	770 m3/seg
Mínimo promedio diario (13/8/41)	9 m3/seg
Máximo instantáneo (11/1/34) aluvión	3.300 m3/seg

Se estima la temperatura media del agua en invierno en 5°C y en verano en 15°C.

La previsión de los riesgos radiosanitarios debe tener en cuenta la ciudad de Luján de Cuyo (50.000 hab.) a 15 km. de distancia. Los cultivos más próximos se encuentran a 10 km de la probable ubicación; no es zona de explotación lechera.

El lugar se encuentra sometido a las mismas condiciones de riesgo sísmico que la ubicación de Potrerillos.

Un emplazamiento sobre las barrancas del río quedaría a cubierto de las crecientes extraordinarias, las que sin embargo podrían afectar las obras de toma y descarga. La construcción del embalse Potrerillos eliminará este riesgo.

8. Ubicación Valle de Uco

La ubicación corresponde (Figura 5-16) al tramo del río Tunuyán comprendido entre la salida de la zona montañosa y los cuarteles de Campo Los Andes en el cruce del río con el camino que une San Carlos con La Consulta.

Del tramo así limitado se analizó en especial el lugar inmediatamente aguas arriba de la presa móvil de derivación para riego de Valle de Uco.

En esta presa se originan los dos canales principales de riego de la zona de Tunuyán.

Las características de la presa y sus canales, permiten su utilización para las obras de toma de agua de reposición de un circuito cerrado de agua de refrigeración, o de toma para un circuito mixto.

En el tramo referido, el río Tunuyán baja por un terreno de pendiente suave, tiene barranca de unos 10 m de altura en la margen S, con extenso terreno disponible.

El acceso hasta el lugar se hace por camino pavimentado desde San Carlos o Tunuyán, ambas poblaciones ubicadas sobre la ruta nacional N° 40.

Los caudales del río, en la presa Valle de Uco, desde 1930 a 1935, y desde 1942 a 1975, son:

Máximo promedio anual (1972/73)	54,2 m3/seg
Mínimo promedio anual (1968/69)	16,1 m3/seg
Promedio de los años registrados	28 m3/seg
Máximo promedio diario (21/1/73)	211 m3/seg
Mínimo promedio diario (22/8/73)	2 m3/seg
Máximo instantáneo (21/1/73)	263 m3/seg

La construcción del complejo de embalse proyectado por la empresa Agua y Energía Eléctrica aguas arriba del lugar determinará una regulación del régimen, en consecuencia todo proyecto de instalación de una central nuclear en cuanto a disponibilidad de agua, debe hacerse coordinadamente con la Dirección General de Irrigación de la Provincia y con la empresa Agua y Energía Eléctrica.

La temperatura media del agua es de 12°C desde octubre a mayo, y de 5°C entre mayo y setiembre.

La previsión del riesgo radiosanitario, así como la protección al medio ambiente, deberán tener en cuenta las distancias a poblaciones y ciudades mencionadas. De éstas, la más importante es Tunuyán con 25.000 habitantes. Los cultivos comienzan sobre la margen N a partir de la presa de derivación mencionada y en ambas márgenes en forma intensa, aguas abajo de Campo Los Andes. Este punto es un importante acantonamiento militar con cuarteles, campos de ejercitación y viviendas para personal militar.

Los datos meteorológicos corresponden a la estación meteorológica de Valle de Uco.

El riesgo sísmico decrece algo con respecto al NO de la provincia. El lugar está abarcado por las líneas 20 y 30 de probabilidad estadística de ocurrencia en 100 años, de sismos con velocidad máxima del terreno de 50 cm/seg.

Los riesgos de aluviones del río se dan en el lugar, aunque al igual que en Alvarez Condarco, no llegan a afectar las barrancas ni las obras de derivación existentes.

9. Ubicación embalse El Carrizal

Sobre el río Tunuyán existe en la actualidad un único embalse el de El Carrizal. El proyectado embalse de Los Blancos, no se considera en este estudio por no reunir las condiciones necesarias.

Se describen a continuación las condiciones del embalse El Carrizal (Figura 5-18).

Se encuentra aproximadamente a 45 km aguas abajo de la ciudad de Tunuyán al NE de ésta y a la misma distancia al SE de la ciudad de Mendoza, a 30 km al SE de la ciudad de Luján de Cuyo.

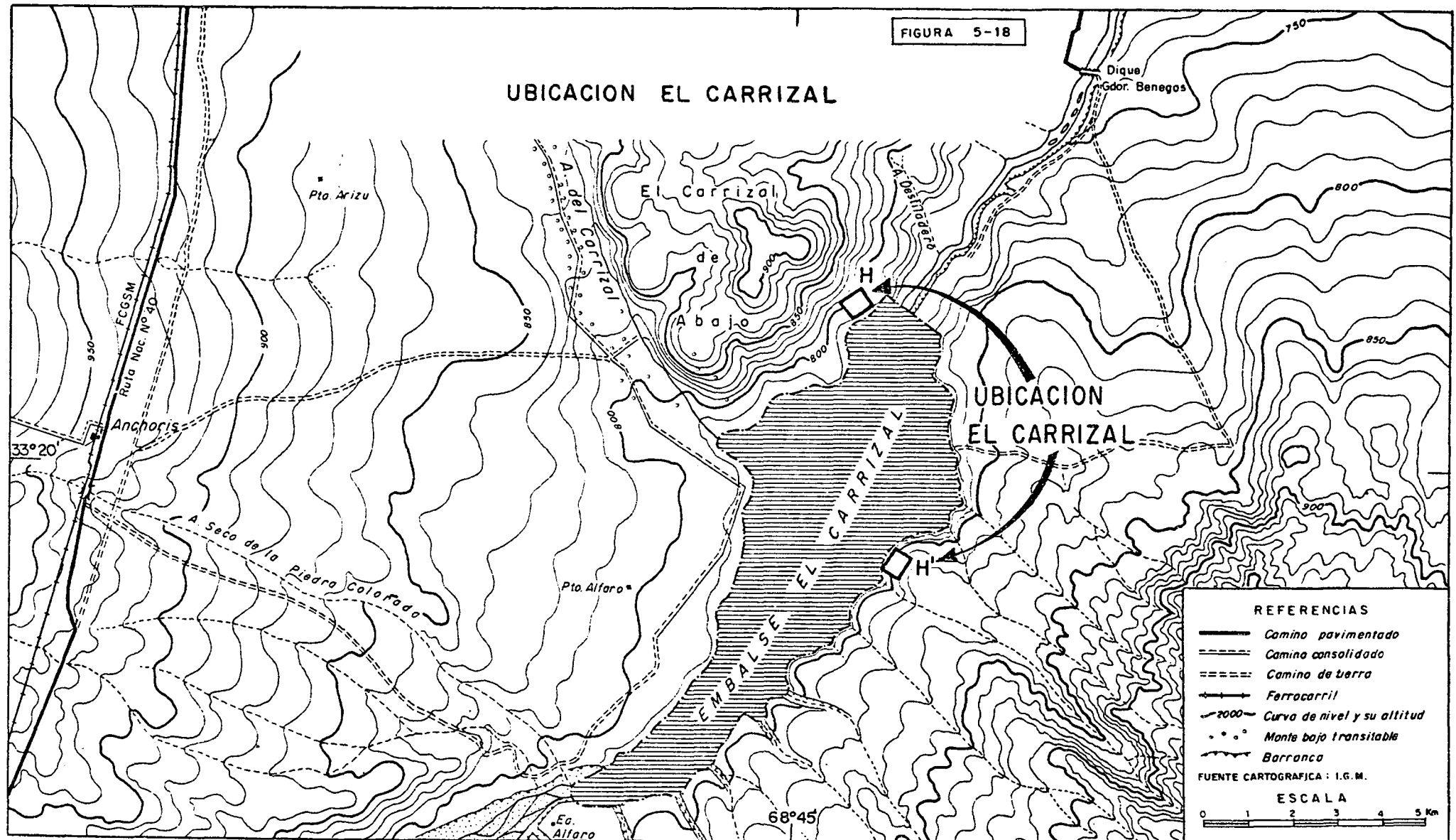
El principal objetivo de la obra es el de regulación de los caudales para riego y secundariamente para generación hidroeléctrica, pesca y deportes náuticos.

La presa del embalse tiene estas características (Figura 5-19):

Cota máxima embalse normal	785,50	m s.n.m.
Cota mínima embalse normal	769,50	m s.n.m.
Variación del nivel de embalse	16	m
Area a cota de máximo embalse normal	3.150	ha
Area a cota de mínimo embalse normal	1.005	ha
Volumen a máximo embalse normal	390	hm ³
Volumen a mínimo embalse normal	65	hm ³
Cota mínima absoluta del embalse	746	m s.n.m.
Evaporación anual media	32	hm ³
Caudal promedio mensual máximo calculado para el mes de enero (1932/1961)	72,8	m ³ /seg
idem mínimo para el mes de setiembre	23,9	m ³ /seg
Promedio máximo diario de caudales según observaciones en la presa el 23/12/73	129,9	m ³ /seg
Idem mínimo el 31/7/72	6,9	m ³ /seg
Módulo máximo anual aforado(1960/61-1973/74)en Est.Ing.D.Sardina	41,3	m ³ /seg
Idem mínimo anual aforado	17,5	m ³ /seg
Longitud máxima del embalse a cota 785,50	14	km
Idem a cota 769,50	9	km
Ancho máximo del embalse a cota 785,50	5	km
Idem a cota 769,50	1,5	km
Potencia instalada en la central	20	MW
Energía anual generada estimada	72	GWh

FIGURA 5-18

UBICACION EL CARRIZAL



Aproximadamente 5 km aguas abajo se encuentra el dique Gobernador Benegas, derivador de riego.

Los valores medios diarios de temperatura del agua para el lago, están comprendidos entre los 5 y 6°C (mínima invernal) y los 25 y 26°C (máxima estival).

Las especies para pesca están representadas por el pejerrey y la trucha criolla.

Con respecto al riesgo radiosanitario y a la protección ambiental, los lugares expuestos a sufrir efectos nocivos se encuentran, por una parte, aguas abajo del dique Gobernador Benegas con zonas cultivadas y poblaciones, como Medrano, y por otra parte en las costas del arroyo del Carrizal desde la población de Ugarteche, en la ruta nacional N°40, hasta la población de Villa Regina sobre el embalse, con tierras cultivadas. No hay explotación lechera en la zona.

No son de temer cataclismos naturales pero deben evaluarse los riesgos que para las instalaciones nucleares significa que la intensa explotación petrolífera de los terrenos adyacentes al embalse.

El lugar se encuentra entre las líneas 20 y 30 de probabilidad estadística de sismos con velocidad del terreno de 50 cm/seg en período de 100 años.

La disponibilidad del terreno la ilustra la Figura 5-18. Las condiciones del relieve en la ribera del embalse se presentan, en un primer análisis, desprovistas de dificultades mayores para obras civiles de importancia.

En una primera observación se estimó que en la ribera O es posible la instalación de una central nuclear con toma de agua próxima a la presa (ubicación H, figura 5-18).

La ribera L es desértica y también hay disponibilidad de terreno para instalar centrales nucleares (ubicación L' Figura 5-18).

Existen rutas pavimentadas de acceso desde la ciudad de Mendoza y desde la ruta nacional N°40, que no presentan dificultades en su trazado (Figura 5-23).

10. Ubicación La Jaula

Tiene este nombre la pequeña población existente en el cruce de la ruta nacional N°40 sobre el río Diamante, en una zona totalmente desértica (Figura 5-24).

El río corre allí en un cañón angosto, y el acceso al lugar por la ruta N°40 es difícil por las malas condiciones de trazado y estado, desde El Sosneado hacia el N y desde Arroyo Hondo hacia el S. Desde la ruta nacional N° 144 se puede llegar con más facilidad por una senda de 55 km de arena y ripio que cruza las pampas de la margen S.

Las condiciones para la evaluación del riesgo radiosanitario y el eventual daño al medio ambiente, son satisfactorias por el carácter desértico de la zona y su gran distancia a centros poblados, ya consignados.

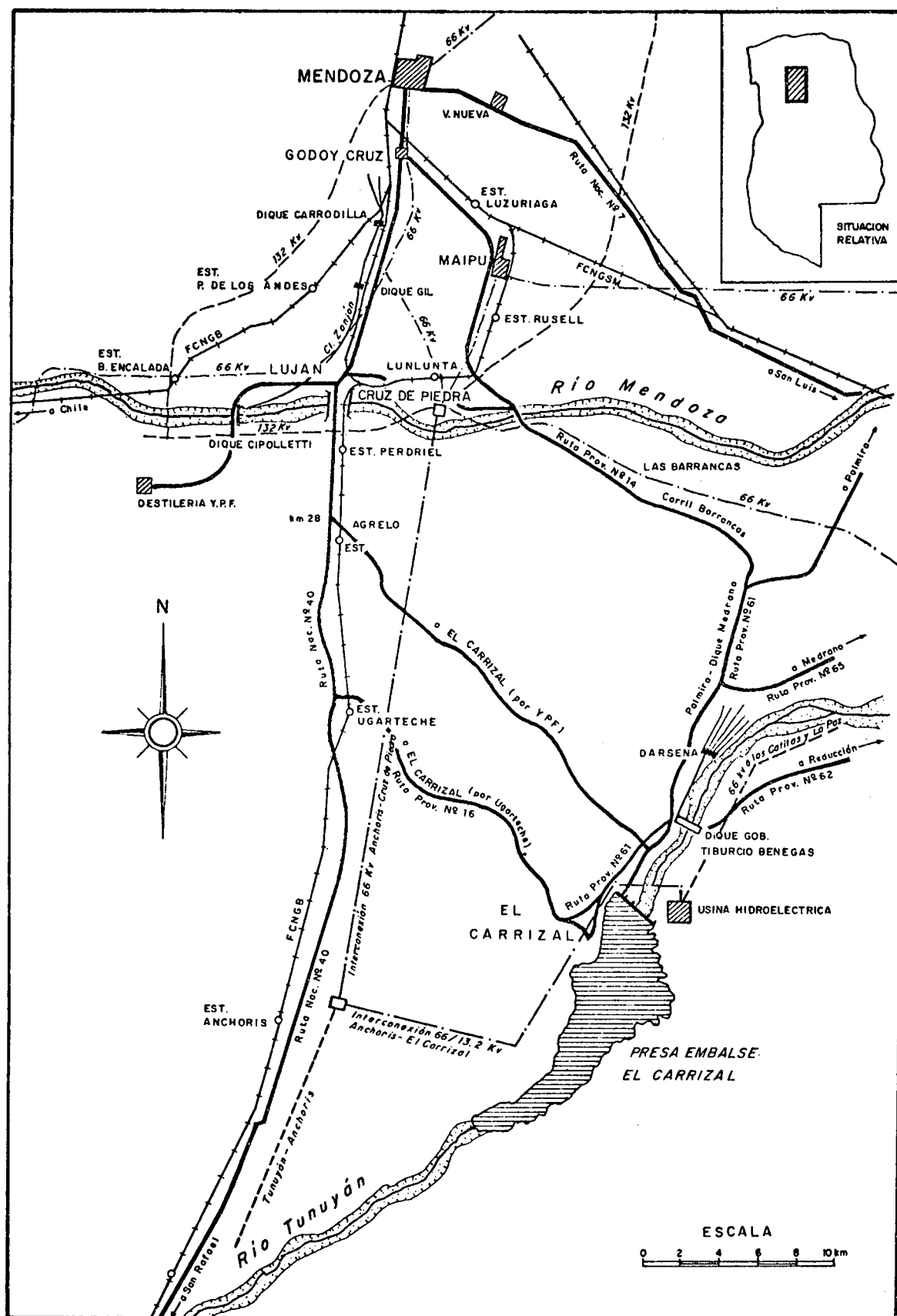
Para la previsión de daños a las instalaciones por acontecimiento de origen natural, deben tomarse en consideración las crecientes del río Diamante y la intensa erosión eólica.

El lugar está entre las líneas 20 y 30 de probabilidad estadística de ocurrencia en 100 años, de sismos con velocidad máxima del terreno de 50 cm/seg.

11. Ubicación embalse Agua de Toro

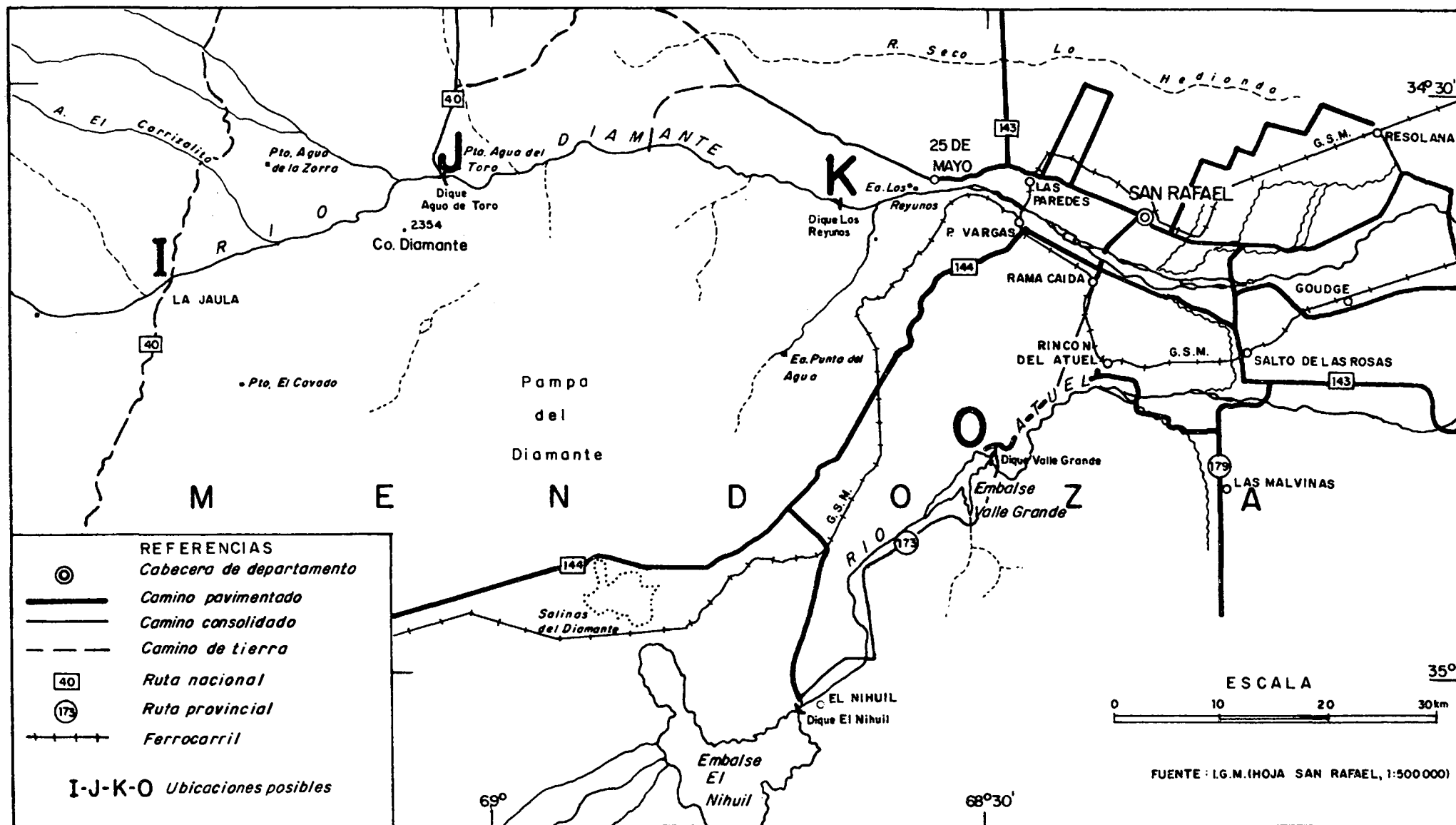
En el río Diamante se encuentra en construcción adelantada por la empresa Agua y Energía Eléctrica, un complejo hidroeléctrico integrado por los embalses de Agua de Toro, Los Reyunos y el contra-embalse de este último, El Tigre.

PLANO DE ACCESOS E INTERCONEXION AL EMBALSE EL CARRIZAL



UBICACIONES LA JAULA, AGUA DE TORO, LOS REYUNOS Y VALLE GRANDE

FIGURA 5-24



El embalse Agua de Toro (Figura 5-24) se encuentra ubicado en el departamento de San Rafael, a 65 km al O de la ciudad de San Rafael y a 40 km de la ciudad de 25 de Mayo.

El acceso al lugar se realiza desde las ciudades de San Rafael y 25 de Mayo, por una ruta pavimentada en su mayor parte, que corre paralelamente al río Diamante entre 3 km al N del mismo, hasta empalmar con el ramal E de la ruta nacional N°40.

La zona es totalmente desértica, sin poblaciones ni cultivos hasta la ciudad de 25 de Mayo, a 40 km de distancia. Para un emplazamiento sobre las barrancas del río, que es el practicable, el único evento que podría afectar a la construcción es el sísmico. A este respecto se señala que el lugar se encuentra entre las líneas 10 y 20 de probabilidad estadística de riesgo de sismos de intensidad equivalente a una velocidad del terreno de 50cm/seg en 100 años.

12. Ubicación embalse Los Reyunos

Este embalse se encuentra en construcción adelantada, ubicado sobre el río Diamante en el departamento San Rafael (Figura 5-24), a 30 km de la ciudad de San Rafael y a 10 km de la ciudad de 25 de Mayo.

El acceso al lugar, se hace por la ruta pavimentada desde las ciudades de San Rafael y 25 de Mayo.

La obra tiene por objeto la generación de energía y regulación para riego.

La margen derecha del río en correspondencia del embalse y hasta 20 km al S, es un terreno montañoso con numerosos cerros cortados por quebradas que llegan hasta el embalse. La pendiente media es del 20%. La margen izquierda es más suave.

Las poblaciones y tierras cultivadas se encuentran relativamente cerca (10 km) y la ciudad de importancia más cercana,

San Rafael (150.000 habitantes) está a 30 km. Para un emplazamiento en la altura de la planicie de la margen N no hay riesgo por causa de grandes crecientes.

En cuanto al riesgo sísmico, la ubicación se encuentra en las mismas condiciones que la de Agua de Toro.

13. Ubicación dique Galileo Vitali

Se trata de la presa móvil de derivación sobre el río Diamante, de la Dirección General de Irrigación de la Provincia, ubicada en el Departamento San Rafael (Figura 5-33), en las inmediaciones de la ciudad de 25 de Mayo.

El río Diamante en este lugar ha salido de la zona de sierra y corre en un terreno de pendiente suave (1%) con cauce ancho, bordeado en la margen derecha por una barranca de aproximadamente 20 m de altura con terraza llana en su cima, y en la margen izquierda por un terreno de suave pendiente que arranca desde la orilla del río.

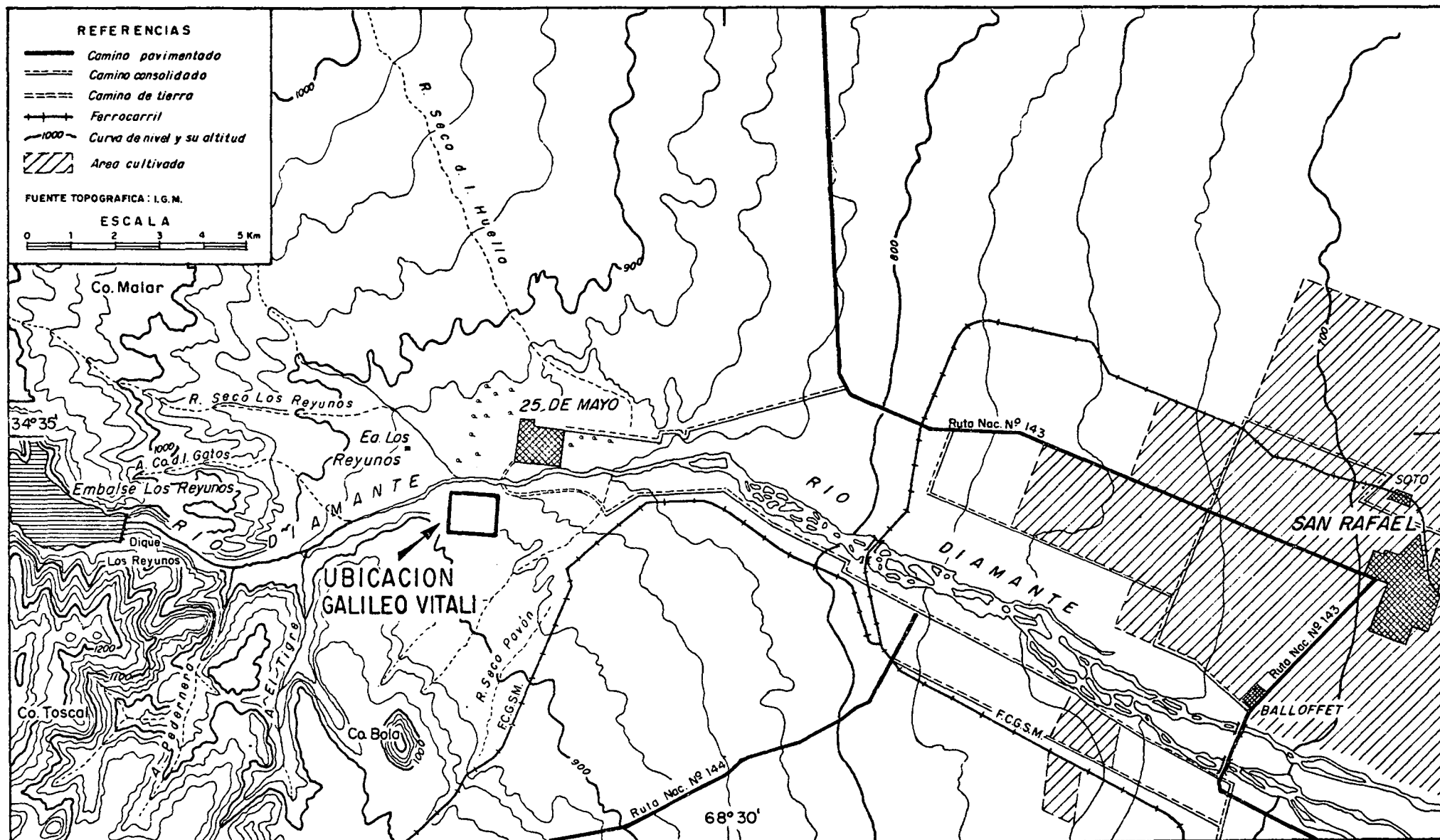
Lo descripto determina que sobre la margen derecha y aguas arriba del dique, el terreno presenta mejores condiciones y una mayor disponibilidad.

Por la cresta del dique pasa el camino pavimentado que vincula las rutas nacionales N°144 y N°150 en la ciudad de 25 de Mayo.

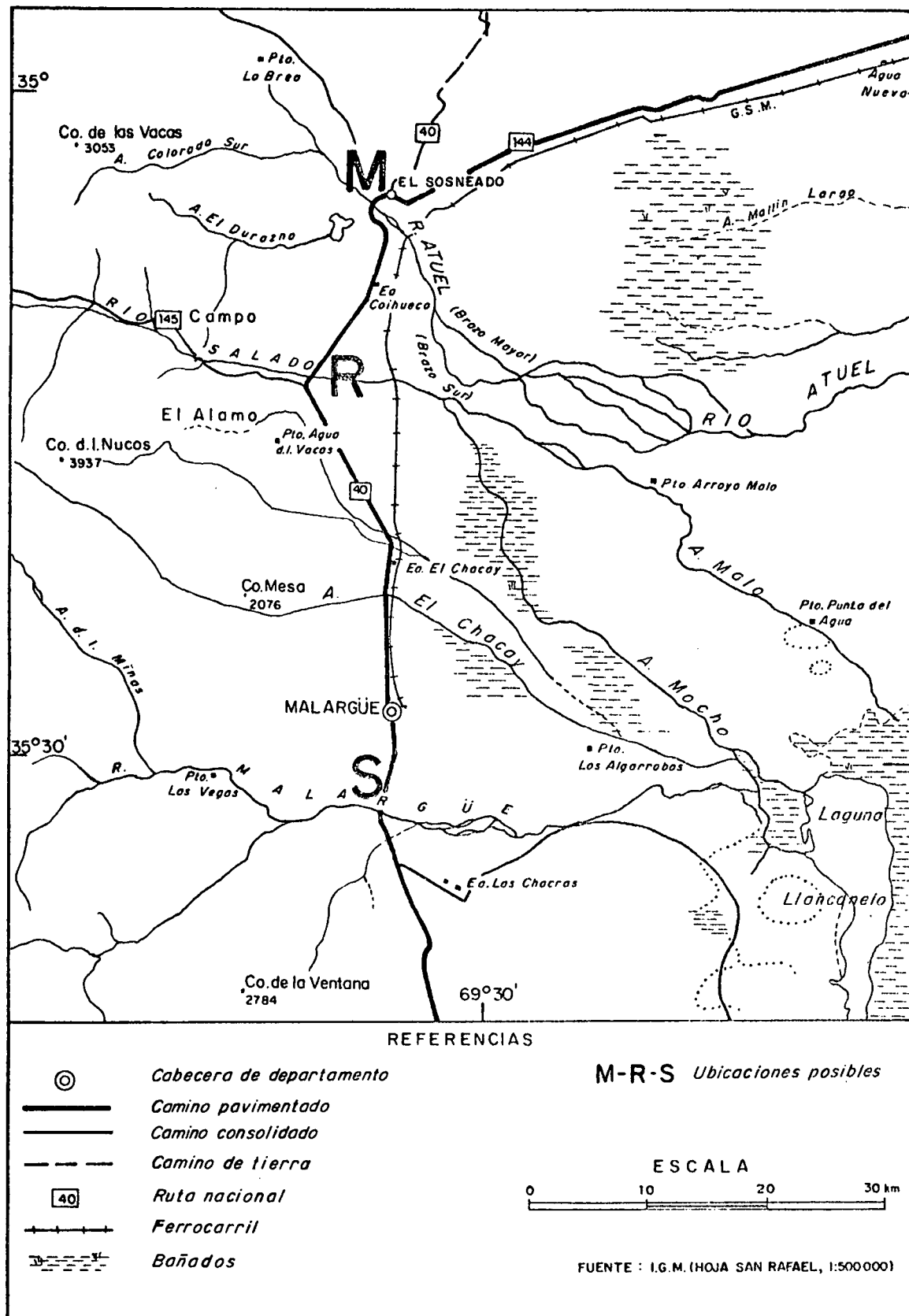
Las características de la presa móvil con 10 compuertas planas y un amplio canal derivador en la margen derecha, permiten su utilización para las obras de toma de agua de reposición de un circuito cerrado o mixto de agua de refrigeración.

Para esta ubicación deben considerarse cuidadosamente el riesgo radiosanitario y la protección del medio ambiente, por la proximidad de las ciudades de 25 de Mayo y San Rafael, e inmediaciones de campos cultivados.

UBICACION GALILEO VITALI



UBICACIONES EL SOSNEADO, RIO SALADO Y MALARGÜE



La disponibilidad de terrenos sobre barrancas de 20 m de altura, indica en principio que la ubicación estaría a cubierto de avenidas determinadas por rotura de las presas de Agua de Toro o Los Reyunos.

Con respecto al riesgo sísmico, se consigna que el lugar se encuentra entre las líneas 10 y 20 de probabilidad estadística de ocurrencia de sismos de intensidad equivalente a una velocidad del terreno de 50 cm/seg en un período de 100 años.

14. Ubicación El Sosneado

Este lugar se encuentra sobre el río Atuel en el departamento de San Rafael (Figura 5-34) en su límite con el de Malargüe, y es lugar de empalme de las rutas nacionales N°144 y 40.

El lugar es desértico, no hay línea eléctrica de alta tensión. El acceso desde San Rafael, distante 130 km, se hace por la ruta nacional N°144, pavimentada, y por el ferrocarril a Malargüe, con estación en El Sosneado.

La fuente de agua de refrigeración la constituye el río Atuel, con caudal suficiente para refrigeración por circuito cerrado o mixto. Los datos de caudales se dan en la ubicación El Nihuil.

La temperatura media del agua de octubre a abril es de 12°C, y de mayo a setiembre 5°C.

No hay poblaciones ni ciudades que puedan quedar expuestas a riesgos radiosanitarios. Tampoco hay zonas cultivadas próximas, ni explotación lechera.

Como en el caso de las otras ubicaciones en el departamento Malargüe, El Sosneado se encuentra entre las líneas 5 y 10 de probabilidad estadística de ocurrencia de sismos de intensidad equivalente a una velocidad de terreno de 50 cm/seg, en un período de 100 años.

15. Ubicación embalse El Nihuil

En el tramo bajo del río Atuel (Figuras 5-35 y 5-36), hay un complejo hidroeléctrico, completamente terminado y en funcionamiento, integrado por: embalse El Nihuil; Central Hidroeléctrica Nihuil I, abajo de la presa; centrales intermedias Nihuil II y Nihuil III abajo de pequeños embalses de toma de tubería de carga, y embalse Valle Grande con central hidroeléctrica Nihuil IV.

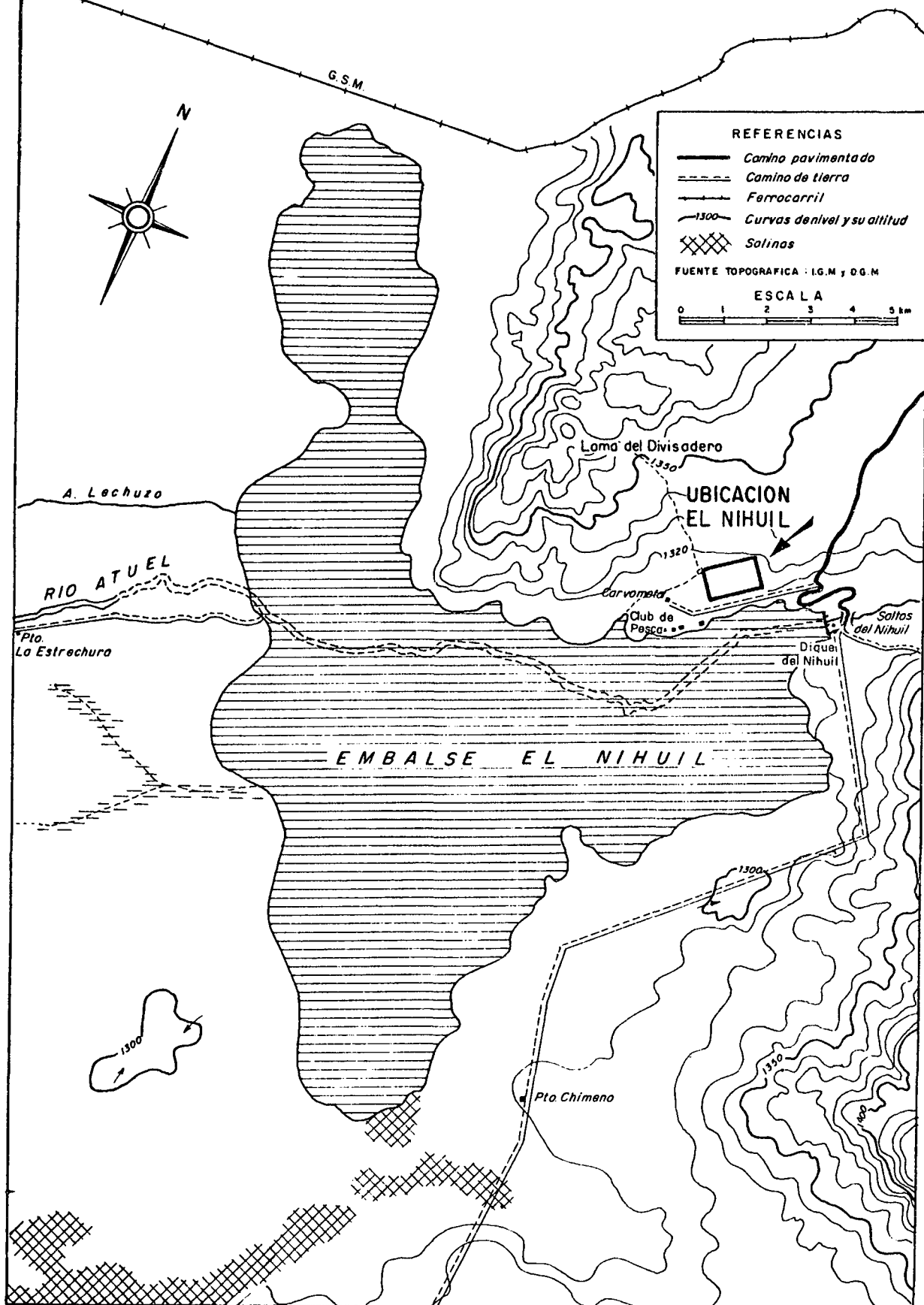
El embalse El Nihuil se encuentra en el departamento de San Rafael a 55 km al SO de la ciudad de San Rafael, se extiende hasta el S y hacia el O de la presa conformando un amplio lago artificial de forma triangular cuya área total es de aproximadamente 90 km². Todo el entorno es desértico, con la única excepción del Cañón del Atuel que se extiende aguas abajo de la presa hasta Valle Grande (30 km).

El objeto de la obra es la generación hidroeléctrica y la regulación de caudales.

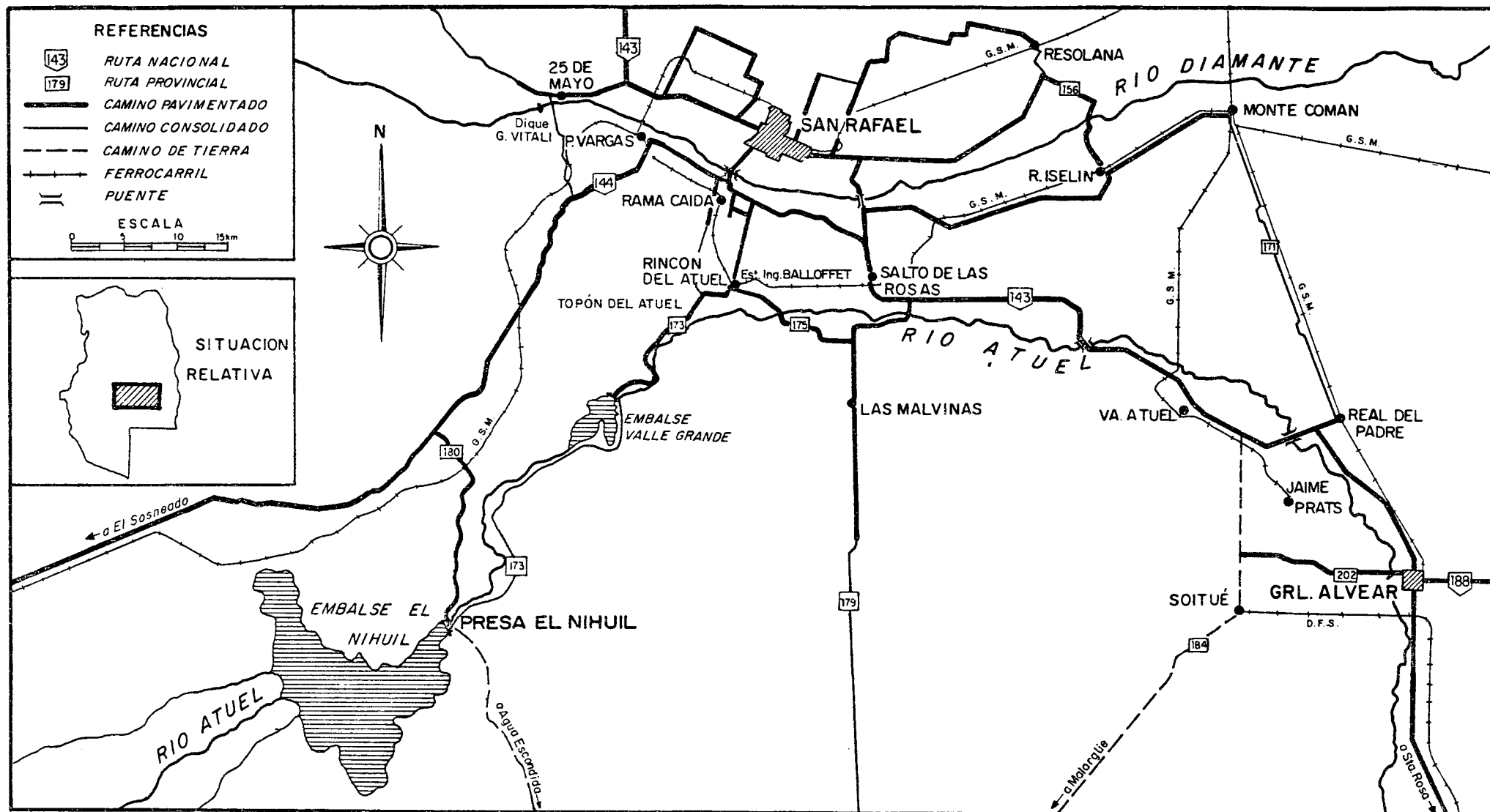
Las características de la presa del embalse son las siguientes:

Cota de embalse máximo normal (cota vertedero)	1.251 m s.n.m.
Cota de embalse máximo (1 m sobre vertedero)	1.252 m s.n.m.
Cota del fondo	1.231 m s.n.m.
Cota de embalse mínimo	6,70 m

UBICACION EL NIHUIL



UBICACION DE LA PRESA EL NIHUIL



Cota de ejes de válvulas	1.243	m s.n.m.
Cota de embalse mínimo normal	1.244,30	m s.n.m.
Volumen del embalse máximo normal	260	hm3
Superficie del embalse máximo normal	7.336	ha
Volumen mínimo embalsado en el período 1965/73(junio 1971)	20	hm3
Superficie correspondiente al volumen mínimo embalsado(cota 1244,30)	875	ha
Profundidad promedio del embalse máximo normal	3,53	m
Profundidad promedio del embalse mínimo normal	2.30	m
Altura máxima normal sobre el fondo del río en la presa	20	m
Altura mínima normal sobre el fondo del río en la presa	13.30	m

Los datos de temperatura del agua son los del río Atuel en la Estación La Angostura, año 1974: máxima 19°C, mínima 1°C. Desde mediados de mayo a mediados de octubre la temperatura media es de 5°C y de octubre a mayo 13°C.

La distancia a la ciudad de San Rafael, única ciudad importante de la región, la pone a cubierto de cualquier riesgo radiosanitario. En el extremo S de la presa se encuentra la Villa El Nihuil con una población de 3.000 habitantes y en la costa N en las proximidades de la presa existen un establecimiento industrial, un club de pesca y un centenar de casas de "fin de semana". No es zona de explotación lechera ni hay tierras bajo cultivo hasta las cercanías de San Rafael.

La fauna para pesca en el embalse, la constituyen el pejerrey (paraná y patagónico) y la trucha (salmonada, fonterrey y criolla). Las aves son las típicas de las lagunas: gaviota, cisne de cuello negro, biguá, pato, gallareta.

No son previsibles cataclismos naturales ni riesgos creados por la acción del hombre.

El riesgo sísmico es menor que en el N, encontrándose el lugar entre las líneas 10 y 20 de probabilidad estadística de sismos con velocidad del terreno de 50 cm/seg en un período de 100 años.

El terreno disponible es amplio.

Por las condiciones de mayor profundidad del embalse, ingreso del agua fría, facilidad de acceso y características generales del terreno, se ha considerado en principio que la costa N presenta mejores condiciones para la instalación de centrales.

El acceso se realiza desde la ciudad de San Rafael por la ruta nacional N° 144, pavimentada. Aproximadamente a 50 km de San Rafael un camino pavimentado de 20 km (ruta 180) vincula la ruta N° 144 con la presa del embalse. En la ruta N° 144, un tramo de 3 km de longitud en correspondencia con la Cuesta de los Terneros, a 30 km de San Rafael, presenta dificultades por las curvas y pendientes de su trazado. El acceso por la presa Valle Grande y el Cañón del Atuel es más corto, pero presenta las dificultades de camino de montaña sin pavimentar.

16. Ubicación embalse Valle Grande

Se encuentra ubicado en el departamento de San Rafael, a 30 km al SO de la ciudad de San Rafael y a 20 km al O de la zona de cultivo con regadío de Colonia Las Malvinas. (Figura 5-24) Ocupa un sector del cañón del Atuel con costas de paredes casi verticales con alturas de 200 m a 300 m sobre el nivel máximo del embalse.

El objeto de la obra es la generación hidroeléctrica y la compensación para riego al final del tramo hidroeléctrico en el río Atuel.

La evaluación del riesgo radiosanitario y eventual daño al ambiente debe hacerse teniendo en cuenta la distancia a la ciudad de San Rafael y a la zona cultivada de "Colonia Las Malvinas". No es zona de explotación lechera.

No hay riesgos de grandes crecientes, por la acción reguladora del embalse El Nihuil, pero deben tomarse en consideración los accidentes que puedan ocurrir en los embalses del complejo.

Las condiciones con respecto al riesgo sísmico son iguales a las del embalse El Nihuil. Las altas costas del embalse no presentan terreno suficientemente amplio para la instalación de centrales nucleares.

17. Ubicación Topón del Atuel

Se designa así a la zona que recorre el río Atuel en una extensión de 5 km al salir del cañón de su nombre, antes de entrar a la zona de cultivo de "Colonia Las Malvinas". (Figura 5-45).

En aquel lugar, el río tiene su cauce en un terreno llano, entre barrancas bajas (5 m de altura) a 500 m al S del camino que va de San Rafael a Valle Grande. Ambas márgenes presentan amplia disponibilidad de terreno totalmente despoblado hasta 4 km del río. La margen derecha es más llana que la izquierda.

Los datos de caudales corresponden a la estación de Rincón del Atuel, y son los siguientes:

Caudal promedio anual (1928-1948)	31,8 m3/seg
Caudal máximo promedio diario(11-1-42)	150 m3/seg
Caudal mínimo promedio diario (20-7-37)	6,4 m3/seg

Se señala que la regulación de riego por la presa de Valle Grande determina el caudal del río en el lugar en la actualidad; razón por la cual tienen validez los registros de caudales erogados de dicha presa desde 1965 con valores mínimos mensuales de 15 m³/seg y máximos de 50 m³/seg, y cortes en los meses de junio y julio, durante los cuales el caudal remanente de salida es de 1 m³/seg aproximadamente. Este caudal mínimo es el requerido para reposición de agua de refrigeración de la central.

Las limitaciones por riesgo radiosanitario y protección al medio ambiente están dadas por la existencia de la ciudad de San Rafael a 20 km del lugar y las zonas de cultivo inmediatas. No es zona de explotación lechera.

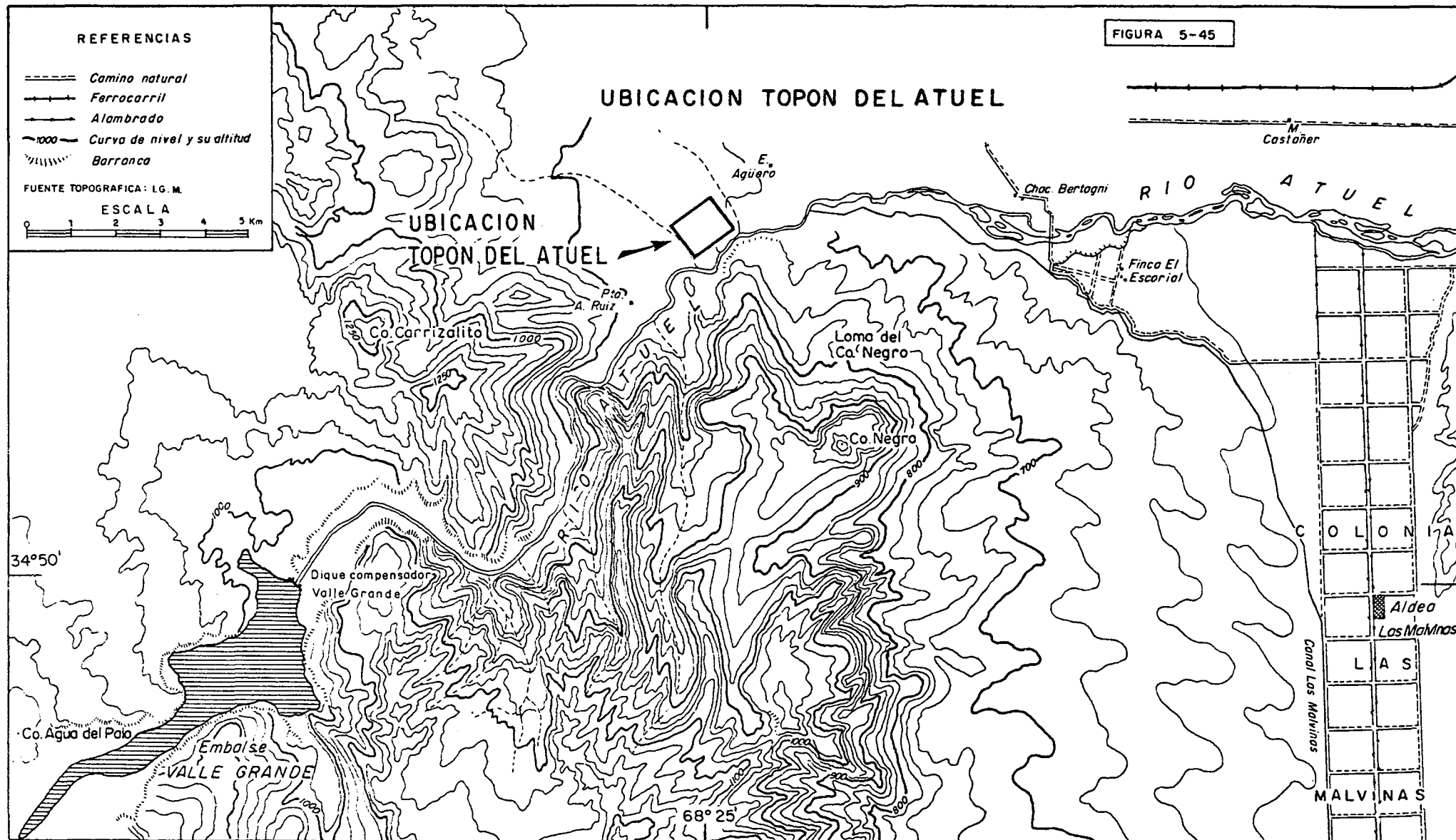
Se considera que la ubicación no está expuesta a cataclismos naturales u originados en la obra del hombre.

Con respecto al riesgo sísmico, el lugar se encuentra entre las líneas 10 y 20 de probabilidad estadística de ocurrencia de sismos de intensidad equivalente a una velocidad del terreno de 50 cm/seg en un período de 100 años.

18. Ubicación Rincón del Indio

Esta ubicación se ha considerado pese a encontrarse aguas abajo de una zona de regadío del río Atuel (Colonia Las Malvinas y Rincón del Atuel), por constituir una nueva cabecera de canales de riego en este río, la que controla el riego de la zona de General Alvear.

Se encuentra en el departamento de San Rafael (Figura 5-46) sobre la ruta nacional N°143 entre las localidades de Villa Atuel, Real del Padre y Jaime Prats.



Sobre el río, a 1 km al S de la ruta pavimentada, se encuentra una importante presa móvil de derivación para riego perteneciente a la Dirección General de Irrigación de la Provincia de Mendoza.

La costa de la margen derecha es baja, inundable, llana hasta unas lomas a 500 m, despoblada y sin cultivar. La costa de la margen izquierda está poblada y cultivada, con mayor relieve; la barranca del río se encuentra a 50 m.

El terreno está constituido por relleno aluvional y sobre la costa de la margen derecha habría terreno disponible, previo trabajo de relleno y defensa contra inundaciones.

La irregularidad de régimen, a acentuarse con la próxima regulación del río Diamante (presa de Los Reyunos) y las condiciones del agua en invierno, hacen desaconsejable en principio la ubicación, con respecto a las facilidades para agua de refrigeración.

Para evaluar el riesgo radiosanitario y las condiciones de preservación del medio ambiente, se consigna que la población de la ciudad de General Alvear a 20 km de distancia, es de 40.000 habitantes, y que el lugar tiene numerosas poblaciones rurales y zonas cultivadas contiguas al mismo. No hay explotación lechera. Se acepta que no hay exposición a riesgos por eventos naturales o derivados de obras del hombre.

El riesgo sísmico queda ponderado por encontrarse el lugar entre las líneas 10 y 20 de probabilidad estadística de sismos de intensidad equivalente a una velocidad del terreno de 50 cm/seg en un período de 100 años.

19. Ubicación Bardas Blancas

En el departamento Malargue sobre el río Grande, en el cruce de la ruta nacional N°40, se encuentra el lugar denominado Bardas Blancas (Figura 5-47);

UBICACION RINCON DEL INDIO

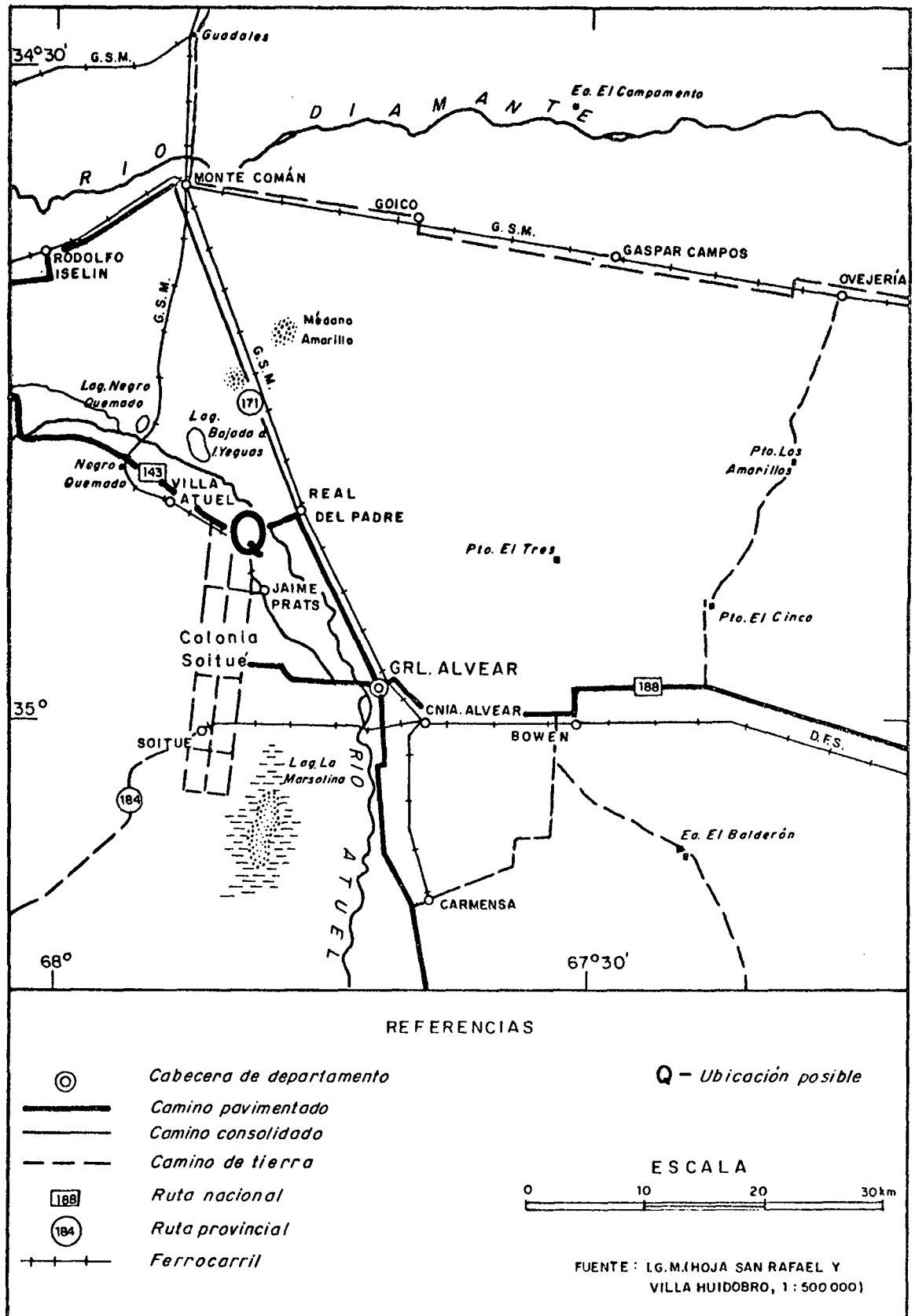
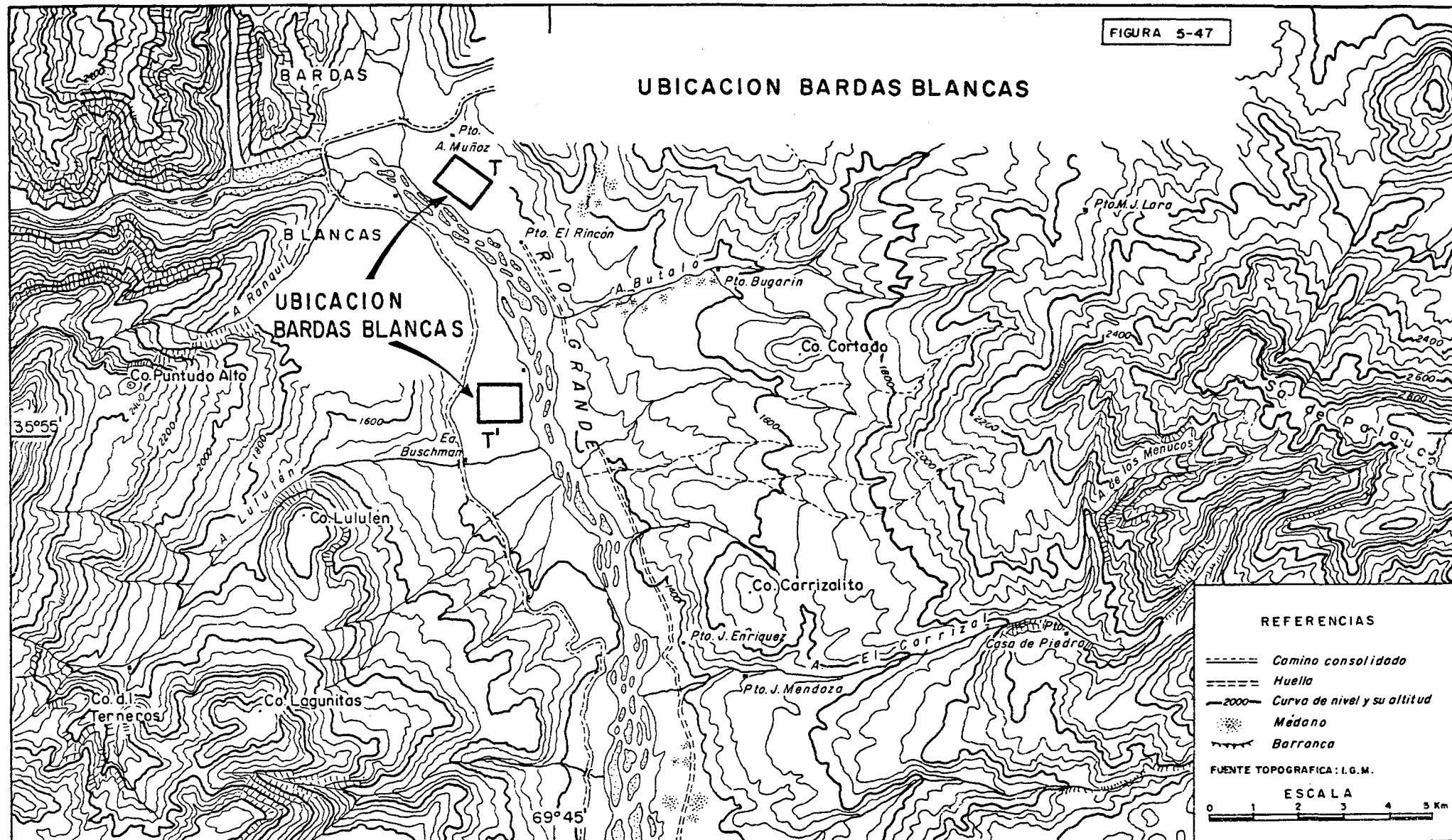


FIGURA 5-47

UBICACION BARDAS BLANCAS



Esta ubicación ha merecido una especial atención en el estudio por corresponder al río más caudaloso de la región y ofrecer posibilidades para un sistema de refrigeración por circuito abierto con toma directa sobre el río.

De la Tabla 5-7 resulta que en un período de 29 años (1941-1970), solamente en el año 1969 se registró un caudal medio (45,3 m³/seg) inferior al caudal necesario (48 m³/seg) para refrigeración en circuito abierto con un "orden" de 7°C.

La Tabla 5-6 da para el año promedio un caudal mínimo de 51,1 m³/seg en el mes de junio, ligeramente superior al requerido.

La información correspondiente a La Gotera, estación próxima al lugar, consigna para el año 1974 un caudal medio anual de 91,1 m³/seg, un mínimo medio diario en el mes de junio de 31 m³/seg y un mínimo absoluto de 29,6 m³/seg. Estos mínimos son inferiores al requerimiento para refrigeración. Asimismo, los mínimos medios diarios, inferiores a dicho requerimiento se registraron de marzo a setiembre; y medios mensuales, también inferiores a lo necesario, de abril a junio (Tabla 5-5)

De los valores extractados de las tablas, surge que las condiciones para refrigeración por circuito abierto se encuentran en el límite de las posibilidades y que en algunos períodos deberá optarse por soluciones que contemplen:

- a) un aumento del "orden" en el condensador aprovechando las bajas temperaturas del agua.
- b) instalaciones para refrigeración por circuito cerrado, complementarias del circuito abierto en los períodos deficitarios.

Debe señalarse también que el módulo promedio en el lugar de 110 m³/seg muy por encima del caudal requerido, evidencia que la construcción de una obra de regulación aguas arriba, permitiría disponer de refrigeración por circuito abierto permanente. Esto podrá resultar de la construcción de la presa de Portezuelo del Viento.

Las condiciones para la seguridad radiológica son óptimas por el carácter desértico de la región; la población más cercana, de alguna importancia, es la ciudad de Malargüe (10.000 habitantes) a 50 km de distancia. No hay producción lechera en el lugar.

Los intensos vientos reinantes en el lugar deben ser tenidos en cuenta. No son de temer riesgos provocados por el entorno sobre la instalación. La ruta nacional N°40 constituye el acceso pavimentado a Bardas Blancas desde su empalme con la ruta nacional N°144 en El Sosneado.

El lugar se encuentra en una de las zonas de menor riesgo sísmico de la región. Le corresponde la línea 5 de probabilidad estadística de ocurrencia de sismos en 100 años con velocidad máxima del terreno de 50 cm/seg.

No son necesarias previsiones para protección del medio ambiente.

20. Ubicación Rfo Salado

Este rfo es un afluente del río Atuel, con un caudal suficiente sólo para refrigeración por circuito cerrado o mixto.

Sobre su curso se inspeccionó el lugar correspondiente al cruce con la ruta nacional N°40 en el departamento Malargüe. (Figura 5-34)

CAUDALES Y DERRAMES DEL RIO GRANDE DURANTE EL AÑO 1974
(EN LA GOTERA)

MES	CAUDALES EN m3/seg					DERRAMES	
	MIN. MEDIO DIARIO	MIN. MINIMORUM	MEDIO MENSUAL	MAX. MEDIO DIARIO	MAX. MAXIMORUM	EN EL MES	ACUMULADOS
ENERO	119,0	112,0	147,9	208,5	230,0	396,1	396,1
FEBRERO	63,0	62,5	86,3	63,0	141,5	208,9	605,0
MARZO	44,5	44,5	53,5	63,0	64,0	143,4	748,4
ABRIL	39,0	38,5	41,7	44,0	45,0	108,0	856,4
MAYO	35,7	34,7	45,9	107,6	121,0	122,9	979,3
JUNIO	31,0	29,6*	43,0	66,3	101,0	111,5	1.090,8
JULIO	43,0	42,5	48,7	57,5	62,0	130,5	1.221,3
AGOSTO	36,5	34,5	44,6	57,5	58,0	119,5	1.340,8
SETIEMBRE	42,5	41,0	52,6	63,0	65,0	136,4	1.477,2
OCTUBRE	75,0	72,0	125,2	164,8	179,5	335,3	1.812,5
NOVIEMBRE	171,0	161,0	211,1	245,0	275,0*	547,1	2.359,6
DICIEMBRE	155,0	149,0	122,3	226,0	240,0	315,7	2.675,3

CAUDAL MEDIO ANUAL : 91,1 m3/seg
CAUDAL MAXIMO ABSOLUTO: 245,0 m3/seg
CAUDAL MINIMO ABSOLUTO : 31,0 m3/seg

CAUDAL MAXIMO MAXIMORUM ABSOLUTO: 275,0 m3/seg*
CAUDAL MINIMO MAXIMORUM ABSOLUTO: 29,6 m3/seg*
DERRAME ANUAL: 2.675,3 hm3

TABLA 5-6

CAUDALES Y VOLUMENES DEL RIO GRANDE (EN RINCON DE
LOS GODOY Y BARDAS BLANCAS)

AÑO PROMEDIO

MESES	CAUDAL m3/seg	VOLUMEN hm3
J	48,8	130,8
A	53,8	144,2
S	66,8	173,0
O	134,5	360,5
N	246,2	637,7
D	260,5	698,1
E	170,4	456,7
F	105,3	254,8
M	76,7	205,6
A	58,8	152,3
M	51,8	138,8
J	51,1	132,3

VOLUMEN ANUAL : 3.484,8 hm3

CAUDAL MEDIO : 110,4 m3/seg

TABLA 5-7

CAUDALES Y VOLUMENES DEL RIO GRANDE (EN RINCON DE
LOS GODOY Y BARDAS BLANCAS)

Año	Caudal m3/seg	Volumen (hm3)		
		Cronológico	Clasificado	Acumulado
1941-42	246,6	7.782,5	7.782,5	7.782,5
43	133,9	4.226,4	6.073,5	12.008,9
44	102,1	3.219,8	4.875,7	15.228,7
45	138,4	4.366,2	4.578,7	19.594,9
46	92,1	2.905,1	4.501,0	22.500,0
47	55,4	1.753,7	4.366,2	24.253,7
48	75,1	2.367,2	4.356,7	26.620,9
49	118,6	3.741,6	4.233,1	30.362,5
50	87,7	2.766,3	4.226,4	33.128,8
51	110,1	3.472,6	3.831,8	36.601,4
52	121,5	3.831,8	3.741,6	40.433,2
53	89,1	2.808,5	3.547,8	43.241,7
54	192,6	6.073,5	3.472,6	49.315,2
55	102,3	3.225,0	3.225,0	52.540,2
56	88,8	2.804,1	3.219,8	55.344,3
57	72,4	2.282,4	2.988,2	57.626,7
58	75,5	2.379,8	2.905,1	60.006,5
59	112,5	3.547,8	2.809,3	63.554,3
60	134,2	4.233,1	2.808,5	67.787,4
61	89,1	2.809,3	2.804,1	70.596,7
62	145,2	4.578,7	2.766,3	75.175,4
63	76,6	2.415,8	2.648,0	77.591,2
64	142,6	4.501,0	2.521,8	82.092,2
65	80,0	2.521,8	2.415,8	84.614,0
66	154,6	4.875,7	2.379,8	89.489,7
67	138,1	4.356,7	2.367,2	93.846,4
68	83,9	2.648,0	2.282,4	96.494,4
69	45,3	1.428,9	1.753,7	97.923,3
1969-70	94,7	2.988,2	1.428,9	100.911,5

Las condiciones son similares a las descriptas en la ubicación Bardas Blancas en cuanto a:

- disponibilidad y características del terreno y acceso.
- seguridad radiológica y protección del medio ambiente.
- riesgo sísmico.
- temperatura del agua y condiciones climáticas.

21. Ubicación Río Malargüe

El lugar inspeccionado sobre este río corresponde al cruce del mismo por la ruta nacional N°40 y el ferrocarril, en el departamento Malargüe. Al E del cruce existe amplio terreno disponible en zona desértica. (Figura 5-34).

Las condiciones del lugar son análogas a las de la ubicación río Salado, excepto en lo que se refiere a las posibilidades del caudal para permitir una refrigeración por circuito abierto

22. Síntesis general y resultados

En la primera selección de lugares para posibles emplazamientos de la Central Nuclear se tiene en cuenta: a) disponibilidad de agua de refrigeración, b) condiciones de seguridad, c) características sísmicas, d) disponibilidad del terreno y e) protección del medio ambiente.

El análisis de la información y la inspección de los lugares considerados como probables emplazamientos, permiten descartar algunos de ellos por no responder a estos requerimientos fundamentales.

22.1 Embalse Cuesta del Viento

Aparte de constituir sólo un proyecto, las dimensiones del embalse proyectado son insuficientes para su utilización como fuente fría de refrigeración en circuito abierto.

Como fuente de provisión de agua para otros tipos de refrigeración, sólo se justificaría si reuniera óptimas condiciones en los otros aspectos, lo que no ocurre. Por ello que descartado.

22.2 Embalse Ullum

Un primer análisis de las características que tendrá el embalse, ha indicado que es susceptible de un estudio más detenido de sus condiciones como fuente fría de refrigeración; por ello se consideró que esta ubicación debía ser estudiada en otra etapa de evaluación.

22.3 Embalse Las Juntas

La construcción de este embalse constituye un proyecto que no tiene plazo de ejecución cierto, por ello es un recurso con el que no se debe contar.

En consecuencia, no se considera a esta ubicación como pre-seleccionada para el estudio ulterior.

22.4 Embalse Potrerillos

No se ha iniciado aún la construcción de este embalse y por otra parte los datos del proyecto ponen de manifiesto que el embalse presentará inconvenientes fundamentales para su utilización como fuente fría del circuito abierto de refrigeración. Estos inconvenientes son:

- a) La diferencia de 81 m entre las cotas máxima y mínima del embalse, la cual , determina una altura de bombeo que oscilará en 120 m en situación de embalse mínimo. Esto implica grandes costos de instalación de bombeo y gran consumo propio de energía (aproximadamente 50 MW).
- b) Insuficiencia del embalse mínimo, pues su superficie es solamente 256,6 ha, lo cual resulta insuficiente para refrigeración en circuito abierto. Estas consideraciones han determinado la desestimación de esta ubicación como lugar conveniente de emplazamiento.

22.5 Embalse El Carrizal

Este embalse es existente y no presenta, en ninguno de los aspectos estudiados en este capítulo, dificultades de mayor grado para la instalación de centrales nucleares. Por estas razones se seleccionó esta ubicación para la evaluación ulterior.

22.6 Embalse Agua de Toro

El tipo de embalse ubicado en un cañón entre altas paredes ribereñas, impone, como en el caso de Potrerillos, grandes alturas de bombeo.

En cuanto a la superficie del embalse, se presentan grandes variaciones, lo cual hará variar entre amplios límites las condiciones de refrigeración de la central y las ecológicas del embalse.

Por lo expuesto se ha descartado a esta ubicación como lugar de emplazamiento.

22.7 Embalse Los Reyunos

Existen las mismas condiciones desfavorables para instalación de centrales vistas en el caso de Potrerillos y Agua del Toro, con relación a la altura de bombeo (en este caso 170 m sobre el nivel del embalse mínimo) y reducción a valores insuficientes del volumen de agua y superficie de refrigeración en distintas etapas de la operación del embalse.

Por ello se descarta la ubicación.

22.8 Embalse El Nihuil

La superficie disponible para refrigeración, la poca variación del nivel, la disponibilidad de terreno para una conveniente localización de centrales con sus obras de toma y descarga, las buenas condiciones de acceso y aislamiento de poblaciones

y cultivos sin alejamiento excesivo, y por último el menor riesgo sísmico existente en la zona, permitieron la decidida selección del lugar para un estudio más detenido en la siguiente etapa.

Por lo expuesto, resultan como ubicaciones preseleccionadas, las correspondientes a los embalses: Ullum, El Carrizal y El Nihuil.

23. Preselección de emplazamientos ubicados directamente sobre ríos

La necesidad de instalación de circuitos de refrigeración cerrados o mixtos para estos emplazamientos, impone notoriamente una limitación, pero permite mayor flexibilidad en la ubicación, dado que se requiere solamente conducir un caudal de 1 m³/seg para reposición de pérdidas. Este caudal es posible derivarlo de un río y conducirlo hasta una distancia apreciable sin obras mayormente costosas .

No obstante, luego de analizada la información disponible y efectuada la inspección de los lugares considerados se concluyó que podían reducirse las ubicaciones directas sobre ríos en base a las siguientes premisas:

- a) Lugares aguas abajo de un complejo de embalses regulador del régimen del río, construido, en contrucción o en proyecto adelantado.
- b) Lugares aguas arriba de los primeros canales matrices de riego de los principales ríos.
- c) Lugares no muy cercanos a poblaciones y cultivos, pero no demasiado alejados de la infraestructura necesaria ni con accesos difíciles.
- d) Lugares con disponibilidad de terreno amplio y sobre barrancas, que sin determinar una gran altura de bombeo.

pongan a cubierto a la central de los riesgos de grandes crecientes y de los efectos de rotura de las presas ubicadas aguas arriba.

De acuerdo con ésto se preseleccionaron los lugares:

Alvarez Condarco, sobre el río Mendoza.

Valle de Uco, sobre el río Tunuyán.

Galileo Vitali, sobre el río Diamante.

Topón del Atuel, sobre el río Atuel.

Se preseleccionó además a la ubicación Bardas Blancas sobre el río Grande, por:

-la importancia del caudal, de este río, que puede permitir la refrigeración por circuito abierto, por lo menos en una medida importante.

-el bajo riesgo sísmico del lugar, uno de los menores de la región.

Se consideró que estas circunstancias compensaban el gran alejamiento del lugar, en la justificación de un estudio más profundo.

CUARTA PARTE

EVALUACION DE LOS EMPLAZAMIENTOS MAS CONVENIENTES

1. Generalidades

En el capítulo anterior se han descripto 20 emplazamientos posibles reconocidos en el terreno, y como consecuencia de un primer análisis de sus condiciones, quedaron descartados doce de ellos. Sobre los ocho restantes se hace un análisis más profundo con el objeto de preseleccionar los emplazamientos más convenientes.

2. Metodología

Se estudian los emplazamientos resultantes del descarte para calificarlos con respecto a factores básicos de emplazamiento que responden a las características de la región. La calificación se hace asignando a cada sitio un valor numérico en escala 1 a 10, para cada factor, de acuerdo a la siguiente escala de calificación:

Rango	Calificación	Condiciones
1	10	Condiciones extremadamente favorables
2	7,5 a 10	Condiciones favorables.
3	5 a 7,5	Condiciones aceptables.
4	2,5 a 5	Deben superarse deficiencias que requieren ingeniería especial y/o análisis.
5	0,0 a 2,5	La instalación es costosa pero practicable.
6	0,0	La instalación no es imposible, pero no debe propiciarse ante otras posibilidades.

A su vez, los factores son valorados según criterios establecidos de acuerdo con su importancia relativa, y consecuentemente se les asigna un peso representativo a cada uno.

Los valores numéricos de la calificación de los emplazamientos con respecto a los factores se multiplican por los respectivos pesos asignados a éstos, y la totalización de los valores numéricos pesados de cada emplazamiento da un cuadro de méritos.

3. Factores de evaluación

La selección de los factores de evaluación que respondan a las características de la región, requiere un conocimiento suficiente de la misma, pues los factores de mayor importancia para una región, pueden no serlo en otras.

En el "Modelo para realizar estudios de emplazamiento para instalaciones nucleares en Argentina", ha sido dada una enumeración amplia de factores y subfactores que cubre la variada gama de características del territorio nacional.

De ese listado se han obtenido los factores que más abajo se enumeran, y su selección está fundamentada en las características de la región de Cuyo, que son bastante uniformes y ello ha permitido reducir el número de factores a ocho, considerados fundamentales en el aspecto técnico y en lo que hace a la influencia sobre el medio ambiente, de la instalación de una Central Nuclear.

En la Segunda Parte se han referido ya los criterios utilizados para la determinación de ubicaciones posibles en la región: disponibilidad de agua, riesgo sísmico, disponibilidad de terreno y riesgo al medio ambiente. En ellos se encuentran explícita o implícitamente los factores de evaluación adoptados para esta etapa del estudio del emplazamiento.

Los factores adaptados son:

Factores Técnicos: Agua de refrigeración - Condiciones del terreno (fundaciones y características del suelo) - Integración al sistema interconectado - Infraestructura - Riesgo radiosanitario - Riesgo sísmico.

Factores del Medio Ambiente: Ecología - Incidencia sobre la población y los cultivos.

Los ocho lugares que se analizan, juzgándolos de acuerdo a sus condiciones con respecto a los factores enunciados, son:

- Embalse Ullum
- Alvarez Condarco
- Embalse El Carrizal
- Valle de Uco
- Galileo Vitali
- Topón del Atuel
- Embalse El Nihuil
- Bardas Blancas

El estudio se ha ordenado en función de los factores de evaluación, es decir se han ido tratando los ocho lugares para cada uno de dichos factores.

3.1 Factor agua de refrigeración

Al referirse anteriormente a los criterios de búsqueda de emplazamientos posibles se consideró a este factor como la llave que permitía la entrada al reconocimiento de emplazamientos. El análisis de la región cuyana ha puesto de relieve reiteradamente la importancia del agua en la misma. En consecuencia no es necesario abundar en más razones para asignar a este factor un carácter fundamental.

Se analizan en primer término las condiciones con respecto a este factor, de los emplazamientos que podrían suministrar refrigeración por circuito abierto por lo menos para la

instalación de una central nuclear de 600 MW, y en segundo lugar los emplazamientos en los que la refrigeración se haría por circuito cerrado o mixto. Se parte de la base de que la potencia térmica a disipar por una central nuclear de 600 MW eléctricos es de 1.400 MW y de que el "orden" de temperatura en el condensador es de 7°C en los sistemas por circuito abierto, y de 10°C en los sistemas por circuito cerrado.

3.1.1. Ubicaciones con refrigeración por circuito abierto

De los ocho lugares en estudio, los que permiten refrigeración por circuito abierto son los embalses El Carrizal y El Nihuil, en la provincia de Mendoza y Ullum en la provincia de San Juan.

3.1.1.1 Ubicación embalse El Carrizal

Las características generales del embalse y de la zona en que está ubicado se han dado en el capítulo anterior, donde se desarrollaron las consideraciones sobre la ubicación más conveniente de la central en el embalse. Las dos localizaciones (ribera E o ribera O) consideradas, prevén la toma próxima a la presa y la descarga en el extremo S del embalse en la boca del río Tunuyán. La Figura 5-18 ilustra sobre la zona.

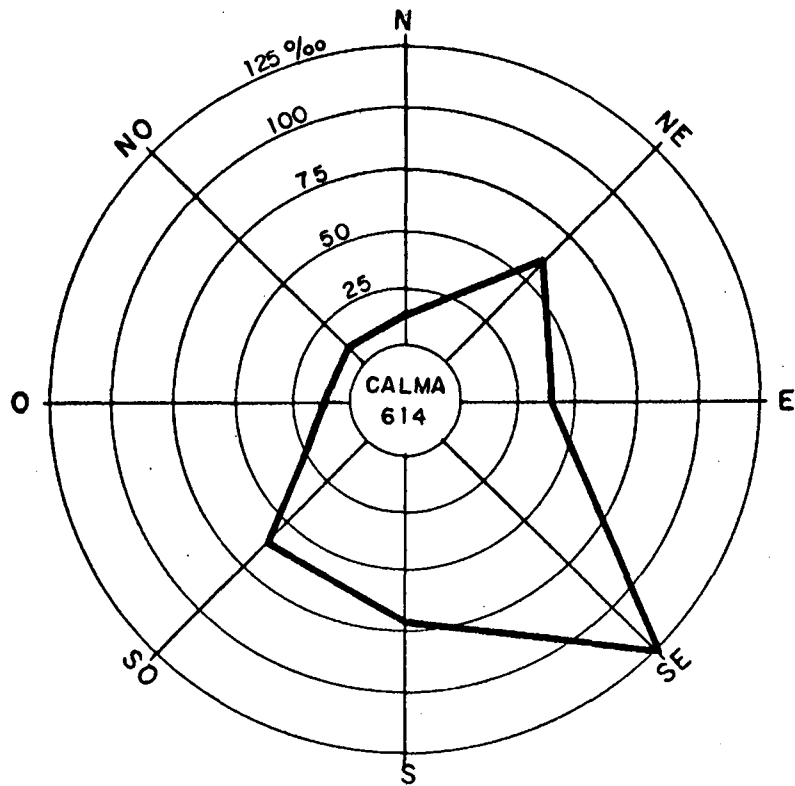
Aprovechamiento térmico del embalse

La superficie del embalse tiene la forma aproximada de un triángulo muy alargado. En él, el ingreso del agua caliente de la descarga tendrá lugar, según lo previsto, en el vértice al que concurren los dos lados mayores. La presa del embalse próxima a la cual estaría la toma, forma parte del lado menor (Figura 5-19)

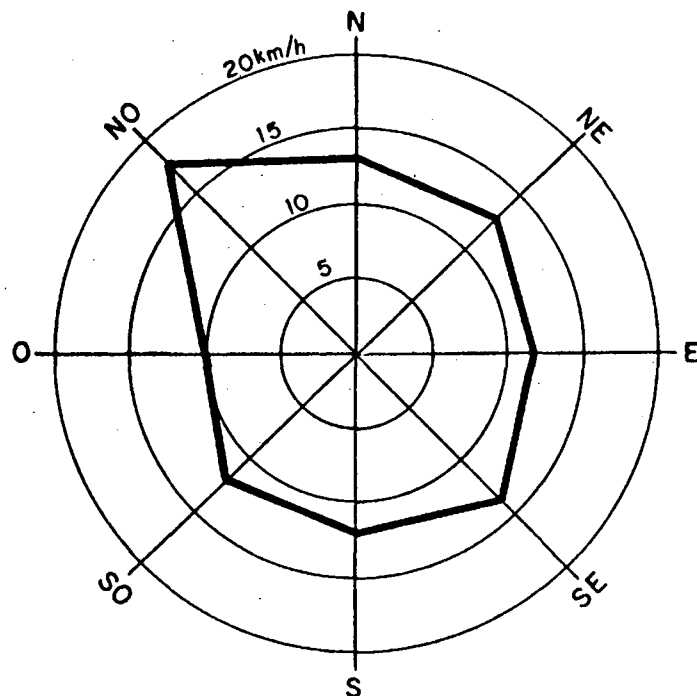
Por otra parte los vientos más frecuentes (Figura 6-1) son del cuadrante S.

VIENTOS DOMINANTES EN EL CARRIZAL

FRECUENCIA DE LAS DIRECCIONES



VELOCIDAD MEDIA POR DIRECCIONES



Tanto la forma de la superficie como los vientos favorecen el flujo del agua desde el punto de descarga, por sobre toda la superficie del embalse. En consecuencia, prácticamente toda la superficie del mismo es aprovechable para refrigeración.

Características del embalse útil, para refrigeración en distintas situaciones.

En el capítulo anterior, constan los datos de cotas del embalse y sus correspondientes superficies (Figura 5-19), de los cuales se extraen los siguientes:

A la cota de máximo embalse normal (785,5)	
corresponde una superficie de	3.150 ha
A la cota de mínimo embalse normal (769,5)	
corresponde una superficie de	1.005 ha
Superficie media anual	2.000 ha

Entre las cotas señaladas tienen lugar las variaciones del embalse en su operación normal, es decir que corresponden al llamado "embalse útil, el cual tiene un volumen de 325 hm³, por debajo de la cota mínima normal se encuentra el llamado "embalse muerto" con 65 hm³.

Las condiciones de operación del embalse calculadas en el proyecto de funcionamiento, prevén los mayores aportes en los meses octubre a enero y los mayores gastos por riego y evaporación, de setiembre a mayo, con corte del riego en el mes de junio y con módulo promedio de aportes de 36,4 m³/seg.

De acuerdo con esto las condiciones más desfavorables del embalse como fuente fría tienen lugar en el verano.

En consecuencia se considerará a los fines de fuente fría de refrigeración, un embalse de las siguientes características:

Cota	769,50	
Superficie útil	1.005	ha
Profundidad original junto a la presa	25,50	m
Profundidad original media	6,60	m
Volumen embalsado (embalse muerto)	65	hm ³

Temperaturas naturales del embalse

Durante la ejecución de las obras se efectuaron registros diarios de la temperatura del agua, determinándose valores medios diarios entre los 5° y 6°C (mínima invernal) y 25° y 26°C (máxima estival). La primera se mantiene sin variaciones significativas durante mayo a octubre, y la segunda de diciembre a febrero, registrándose valores intermedios en los meses restantes.

En ausencia de una información más definida, el cálculo de las temperaturas de verano del embalse debidas al calor adicional volcado al mismo por la central, se hace sobre la base de una temperatura de superficie de 26°C.

En los cálculos se adopta como temperatura del agua en la toma la misma de la superficie, contando con 3°C de gradiente a favor, debido a la profundidad de la toma. Este criterio se sigue también en los otros dos embalses.

Evaluación de temperaturas

El proceso de extracción del agua fría de la profundidad del embalse y la descarga de agua caliente en la superficie, podría eventualmente conducir a un calentamiento general de todo el volumen embalsado. Esto sería significativo en un lago estático, pero no en este embalse donde el flujo del agua es apreciable, especialmente en verano. Los cálculos de la temperatura en el lugar de ingreso del agua caliente se hacen prescindiendo del efecto refrigerante que produce el efecto del agua del río Tunuyán (17°C en verano).

Temperatura natural de superficie en verano	26°C
Velocidad media del viento más frecuente para la misma época	3,9 m/seg
Temperatura de descarga	33°C
Superficie útil del embalse	1.005 ha

Aplicando los métodos de cálculo existentes, resultó una elevación media de la temperatura de superficie del embalse de 3,1 °C y en consecuencia una temperatura media superficial de 20,1°C.

Se determinaron asimismo las variaciones para el estado medio del embalse:

Temperatura natural de superficie media anual	16°C
Velocidad media anual del viento dominante	3,6 m/seg
Temperatura de descarga	23°C
Superficie del embalse	2.000 ha

Utilizando los mismos métodos de cálculo para el estado resultante de la descarga de la central, se tienen las siguientes condiciones: elevación media de la temperatura de superficie del embalse 2°C; temperatura media superficial 18°C.

En las ecuaciones de balance térmico utilizadas se despreciaron los términos de energía ganada o perdida a través de cualquier flujo de agua hacia o desde el embalse (lluvia, filtración, etc.) y de energía almacenada en el agua como consecuencia de sus cambio de temperatura. Este criterio se aplica también a los otros embalses.

Pérdidas de agua en el embalse

En un embalse las pérdidas de agua se deben a:

- a) Utilización programada del agua.
- b) Filtración por el lecho.
- c) "Purga continua" para mantener adecuada concentración salina en el lago.
- d) Evaporación natural.
- e) Evaporación adicional por el agregado del agua caliente de circulación en condensadores.

La utilización programada del agua está establecida en el proyecto de funcionamiento del embalse y responde a su destino principal de regulación para riego. La instalación de una central nuclear no afecta dicha utilización, la que para este embalse responde al siguiente balance:

Aporte= Riego + Evaporación + Evacuación aliviadero + Embalse final - Embalse inicial.

Riego 30 años (Volumen útil)	30.148 hm ³	
Evaporación 30 años	+	960 hm ³
		31.108 hm ³

Aliviadero(volumen total evacuado en 12 períodos de funcionamiento)		
		3.258 hm ³

Estado embalse final	-	191 hm ³
Estado embalse inicial		
		150 hm ³

		41 hm ³
Aporte		
		34.407 hm ³

Porcentaje de utilización=	$\frac{\text{Vol.Útil}}{\text{Aporte}}$	87,7%
----------------------------	---	-------

La filtración por el lecho depende de las características del terreno, lo que hace variar el nivel entre 1 y 5 mm/día. La instalación de una central nuclear no incide en esta pérdida de agua.

La "purga continua" depende del contenido salino del agua y de la concentración de sales admitidas en el embalse. La instalación de una central nuclear aumenta los requerimientos de purga, este aumento se estima en un 0,4% del caudal circulado (170.000 m³/h) para 7°C de "orden" de temperatura en el condensador, por lo que con una utilización de 7.000 horas anuales, resulta una pérdida por este concepto de 4,8 hm³ anuales.

La evaporación natural calculada en el embalse es de 32 hm³ por año, lo que equivale a un caudal de 1 m³/seg.

Para un aumento medio de 3,1°C de la temperatura del embalse mínimo de 1.005 ha con una velocidad media del viento dominante de 3,9 m/seg. la evaporación adicional por el agregado del agua caliente de circulación en los condensadores es de 8,1 hm³ anuales, lo cual representa la cuarta parte de la evaporación natural.

Hecho el cálculo para las condiciones promedio anuales (aumento de temperatura 2°C, superficie 2.000 ha, velocidad media del viento dominante 3,6 m/seg) la evaporación adicional resulta ser de 7,54 hm³, que no se diferencia apreciablemente del valor anterior.

Calificación del embalse El Carrizal con respecto al factor agua de refrigeración

La calificación se efectúa para las variantes de una o dos centrales nucleares:

a) Instalación de una central nuclear de 600 MW

El análisis realizado ha mostrado que las mismas son "favorables" en cuanto al factor agua de refrigeración, pues se cuenta con superficies, volúmenes y profundidades de embalse mínimos aceptables; conformación adecuada del embalse y vientos dominantes convenientes. Los cálculos han suministrado datos de aumento de temperatura media del agua de superficie en $3,1^{\circ}\text{C}$ y la máxima media superficial resultante de $29,1^{\circ}\text{C}$, lo cual está dentro de los límites aceptados; las pérdidas de agua adicionales son del orden del 25% de las naturales del embalse.

Por ello se califica al embalse El Carrizal en cuanto al factor agua de refrigeración para instalación de una central nuclear de 600 MW con el valor numérico 7,5.

b) Instalación de dos centrales de 600 MW cada una.

Se considera que para las condiciones más desfavorables, las disponibilidades que ofrece el embalse se encuentran próximas a los límites requeridos para la instalación de una central; en consecuencia la instalación de una segunda central de igual potencia implicará, para mantener las condiciones de operación dentro de dichos límites, la ejecución de costosas obras de ingeniería y/o instalaciones de refrigeración en circuito cerrado, notoriamente más costosas en inversión inicial y mantenimiento que las de circuito abierto.

Las condiciones en que se operarían dos centrales de 600 MW cada una en el embalse El Carrizal, con respecto al factor en estudio, si bien no imponen necesariamente la refrigeración por circuito cerrado, requieren soluciones especiales de ingeniería. En consecuencia se califica la instalación de la segunda central con el valor 5, y el conjunto de las dos centrales, con el valor promedio 6,25 de las dos calificaciones individuales.

3.1.1.2 Ubicación embalse El Nihuil

Las características generales del embalse y de la zona en que está ubicado se han dado en el capítulo anterior, y en las Figuras 5-35 y 5-36.

A aquellas consideraciones deben agregarse las que resultan de un análisis más profundo.

Características particulares del embalse

Los datos consignados en el capítulo anterior (Punto 15) informan sobre un embalse de poca profundidad media y gran extensión y consiguientemente poco volumen embalsado.

Para una reducción del nivel de sólo el 30% de la profundidad máxima normal, el volumen y la superficie, se reducen en un 88% del máximo.

En el plano (Figura 6-3) se muestran las áreas cubiertas por el embalse a niveles máximo y mínimo normales.

De los registros (junio 1965 a junio 1973) resulta que el mínimo normal ocurrió, realmente, en junio de 1971. En consecuencia, esta situación de mínimo debe ser considerada especialmente en cuanto a ubicación, toma y descarga de la central en el embalse, y en cuanto al cálculo de las modificaciones de las temperaturas del agua.

Ubicación de la central, lugar de toma de agua y descarga

El estudio del lugar de ubicación de la central dentro del emplazamiento es necesario para considerar las condiciones que se presentan para la toma y descarga del agua, las que a su vez inciden principalmente sobre la mayor utilización posible del embalse en cuanto a su superficie y sus más bajas temperaturas.

Con respecto a la configuración del embalse (Figura 6-3, ya se ha dicho que es triangular equilátera con un brazo hacia las salinas del Diamante el cual queda sin cubrir cuando el nivel baja 3,50 m de la cota de vertedero. En condiciones de embalse mínimo la forma es aproximadamente rectangular, alargada en el sentido del curso del río Atuel. Mide 4.500 m por 1.800 m, excluido un estrechamiento también rectangular en la proximidad de la presa, que mide: 1.800 m de largo por 400 m de ancho en mínimo embalse y 700 m de largo por 600 m de ancho en máximo embalse.

El antiguo cauce del río Atuel corría próximo a la costa N del actual embalse, con distancias que oscilan entre 100 m y 1.500 m para la posición de embalse máximo y 20 m a 500 m para la posición de embalse mínimo. Las máximas profundidades se hallan por lo tanto en el antiguo cauce del río, siendo esto de importancia para la toma de agua.

En cuanto a la costa S y SE en el tramo del estrechamiento, las distancias al antiguo cauce son de 250 m para embalse mínimo y 400 m para embalse máximo. En el vértice S del embalse máximo la distancia al cauce es de 10.000 m y con embalse mínimo de 1.500 m.

Las distancias referidas agregadas a las otras circunstancias citadas hacen preferir para la ubicación de la central, en principio, la costa N y en ella la zona más próxima posible a la presa (entre los 2 y 6 km al O de ésta) (Figura 6-3), con toma en la zona del estrechamiento por ser el único lugar con profundidad suficiente en mínimo embalse: 7 m a 1.500 m de la presa, 10 m a 800 m de la presa y 13 m en ésta.

La ubicación de la central en la costa N presenta también mayores facilidades para el trazado de un canal de descarga, el que en principio debería llevarse hasta la "Loma del Divisadero" a 9 km de la presa, con un recorrido de aproximadamente 6 km para aprovechar por una parte el ingreso en el lugar del agua fría del río Atuel, además de una reducción de temperatura del agua en el recorrido del canal y la máxima longitud entre la descarga y la toma en el embalse.

Una descarga en la costa SE presentaría el inconveniente de volcarse a una zona de aguas quietas además de encontrar dificultades para el trazado del canal.

Temperatura del agua del embalse

El agua caliente volcada en el lago, para el caso de la descarga en la costa N, se extenderá parcial o totalmente sobre las superficies del lago, cuyas formas y desarrollos dependen del nivel del mismo. De acuerdo con esto habrá para las distintas situaciones, distintas relaciones entre la superficie activa y la total del embalse que se traducirán en coeficientes menores o igual a la unidad. Las distintas situaciones consideradas son las siguientes:

- a) Para el caso de máximo embalse normal, la forma de la superficie del embalse, su extensión hacia el S en una zona de aguas quietas y de poca profundidad, determina que la superficie activa se estime en un 0,35 de la total o sea: $\text{Sup.act.} = 2.700 \text{ ha}$
- b) Para el caso de mínimo embalse normal (junio 1971) la forma rectangular alargada en la dirección de circulación natural del agua y con eje longitudinal sobre el antiguo cauce del río Atuel, justifica considerar un aprovechamiento total de la superficie disponible con un coeficiente de forma igual a 1. Es decir $\text{Sup.act.} = 875 \text{ ha}$.

- c) Para el caso de mínimo embalse registrado en el verano (enero 1971) corresponde una superficie disponible de 1.500 ha a una cota de 5,40 m debajo de la de vertedero y un coeficiente de forma apreciado en 0,70, de lo cual resulta una superficie activa de 1.050 ha.
- d) Para el caso de embalse promedio registrado en 8 años (1965/1973, cota 2,70 m bajo nivel vertedero), la superficie es de 3.800ha con un coeficiente de forma de 0,50 y una superficie activa de 1.900 ha.

Para la obtención de los valores consignados se utilizaron las curvas de capacidad y superficie de embalse a las distintas cotas y la planialtimetría del embalse (Figura 6-3).

Los vientos de superficie (Figura 6-5) influyen considerablemente en la dispersión del agua caliente sobre la superficie del lago. Este efecto no ha sido considerado con el objeto de no hacer incidir condiciones favorables, no siempre presentes.

Las condiciones hasta aquí analizadas y los datos de registros del embalse en el período junio 1965 a junio 1973 permiten establecer un cuadro de situaciones del mismo. (Tabla 6-1).

De acuerdo con esto, se analizaron las dos condiciones mas desfavorables del embalse como fuente fría (mínimo absoluto y mínimo de verano) y la condición promedio total, en la forma que se expone a continuación.

Los valores naturales de temperatura del embalse se han obtenido con referencia a registros del agua del río Atuel en la entrada del mismo (Estación La Angostura) y con las correspondientes temperaturas del ambiente.

Del análisis de valores se ha estimado que la temperatura máxima del agua oscila para el período noviembre a abril, entre 16,5°C y 22°C, para los meses de junio a agosto entre 7°C y 8°C.

DATOS DEL EMBALSE EL NIHUIL

TABLA 6-1

Embalse	Cota m	Sup. total ha	Sup. activa ha	Vol hm3	Prof. media m	Prof.en presa m
a)Máximo normal (Nivel vertedero)	1.251	7.500	2.700	260	3,50	20
b)Mínimo normal (Toma de usina, re gistrado en junio de (1971))	1.244,30	875	875	20	2,30	13,30
c)Mínimo de verano (Registrado en enero de 1971)	1.245,60	1.500	1.050	34	2,30	14,60
d)Promedio del período total (8 años)	1.248,30	3.800	1.900	95	2,50	17,30

TABLA 6-2

EVAPORACION MENSUAL MEDIA EN EL EMBALSE EL NIHUIL

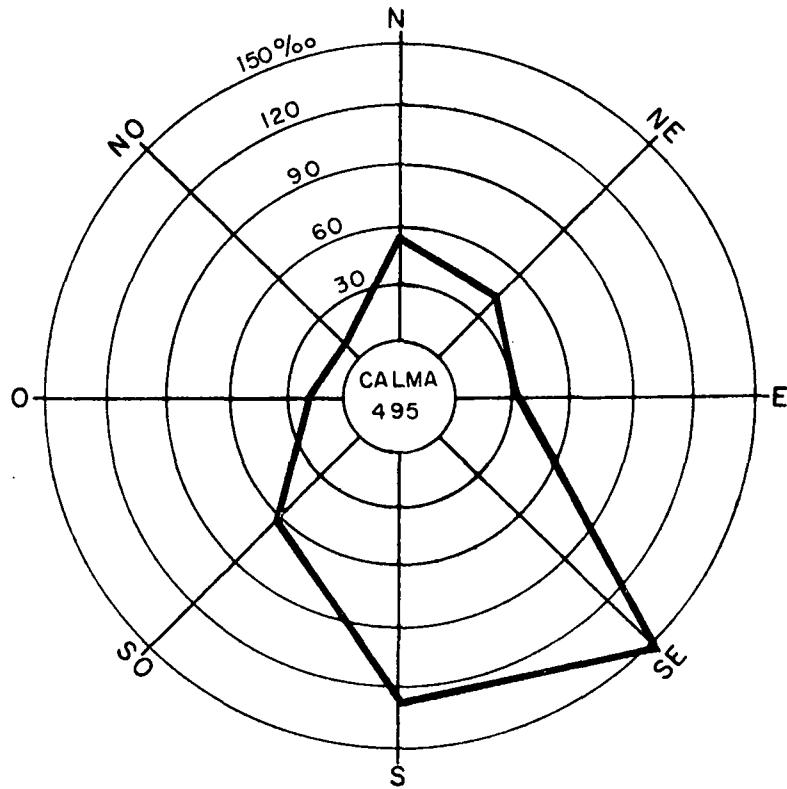
(Período 8 años)

Mes	Volúmenes embalsados (hm3)	Superficie de agua (km2)	Evaporación mensual (mm)	Volúmen de agua evaporada (hm3)
Enero	141,71	52,6	294,5	15,49
Febrero	150,09	55	232,4	12,78
Marzo	142,99	53	213,9	11,33
Abril	133,53	51	135,0	6,88
Mayo	131,11	50,5	77,5	3,91
Junio	129,13	50	51,0	2,55
Julio	107,85	41	62,0	2,54
Agosto	99,14	37,8	90,0	3,40
Setiembre	76,63	28,6	108,0	3,09
Octubre	56,38	23,8	164,3	3,91
Noviembre	73,43	28	216,0	6,05
Diciembre	103,57	39	285,2	11,12

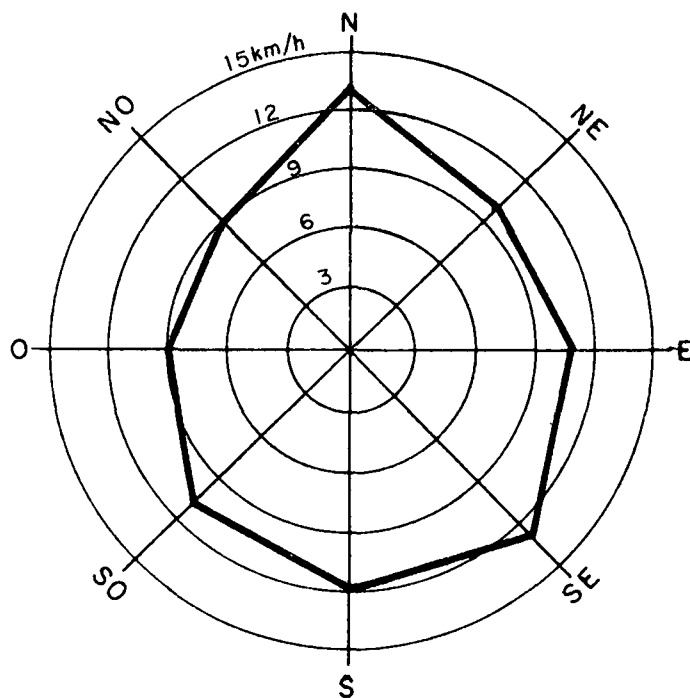
Volumen promedio mensual evaporado: 692 Hm3.-

VIENTOS DOMINANTES EN EL NIHUIL

FRECUENCIA DE LAS DIRECCIONES



VELOCIDAD MEDIA POR DIRECCIONES



FUENTE: SERVICIO
METEOROLOGICO NACIONAL.

Para efectuar los cálculos de las temperaturas del embalse, debidas al calor adicional disipado en el mismo por la descarga de la central, se adopta el valor de 22°C como temperatura del agua de la superficie en verano y 8°C en invierno.

Se considera como temperatura del agua en la toma la de superficie, despreciando el efecto favorable del gradiente térmico en profundidad, estimado en 3°C.

En este embalse, al igual que en El Carrizal, el flujo del agua es apreciable en la superficie activa, especialmente en verano que es cuando se registran los mayores aportes del río Atuel y los mayores gastos de agua, razón por la cual su comportamiento dinámico evita el calentamiento general del volumen embalsado.

Los cálculos de la temperatura en la zona de ingreso del agua caliente se hacen prescindiendo del efecto refrigerante que produce el aporte del río Atuel (19°C en enero) al mezclarse con el agua de descarga de la central en el O del embalse. El módulo del río y el caudal de la descarga son del mismo orden.

El cuadro de condiciones naturales de temperaturas y vientos del embalse es el siguiente:

Temperatura natural del agua en superficie en verano	22 °C
Temperatura natural del agua en superficie en invierno	8 °C
Temperatura natural del agua en superficie media anual	15 °C
Velocidad media del viento más frecuente en enero	2,5 m/seg
Velocidad media del viento más frecuente en junio	2,22m/seg
Velocidad media del viento más frecuente anual	2,5 m/seg

El cálculo de calentamiento del agua se hizo para las condiciones b), c) y d) del cuadro de niveles del embalse y se obtuvieron los siguientes resultados:

Condición de embalse mínimo normal (junio 1971)

Aumento medio de la temperatura de superficie	6,5°C
Temperatura media superficial resultante	14,5°C

Condición de embalse mínimo de verano (enero 1971)

Aumento medio de la temperatura de superficie	4°C
Temperatura media superficial resultante	26°C

Condición de embalse promedio 8 años (1965-1973):

Aumento medio de la temperatura de superficie	2,5°C
Temperatura media superficial resultante	17,5°C

Pérdidas de agua en el embalse

Al igual que en El Carrizal, se consideran las causas de pérdida de agua que se analizan a continuación.

En cuanto a la utilización programada del agua, los aportes del río Atuel al embalse han alcanzado los valores que se indican en la Figura 5-40, correspondientes a la estación de entrada La Angustura y las planillas informan sobre la operación del conjunto embalse El Nihuil - embalse Valle Grande entre 1965 y 1973.

Las pérdidas por "purga continua" alcanzan, al igual que en el El Carrizal, a 4,5 hm³ anuales.

Con respecto a los valores de evaporación natural en el embalse El Nihuil se consigna la siguiente información.

- a) Los valores promedios diarios dados por el Servicio Meteorológico Nacional para la zona del embalse El Nihuil sobre la base del funcionamiento de tanque evaporador tipo A, con coeficiente de corrección 0,7, para cada mes y en mm enteros, son los siguientes:

enero	7mm	julio	1mm
febrero	6mm	agosto	2mm
marzo	5mm	setiembre	3mm
abril	3mm	octubre	4mm
mayo	2mm	noviembre	6mm
junio	1mm	diciembre	7mm

Media anual 4mm diarios

Total anual 1,460 m

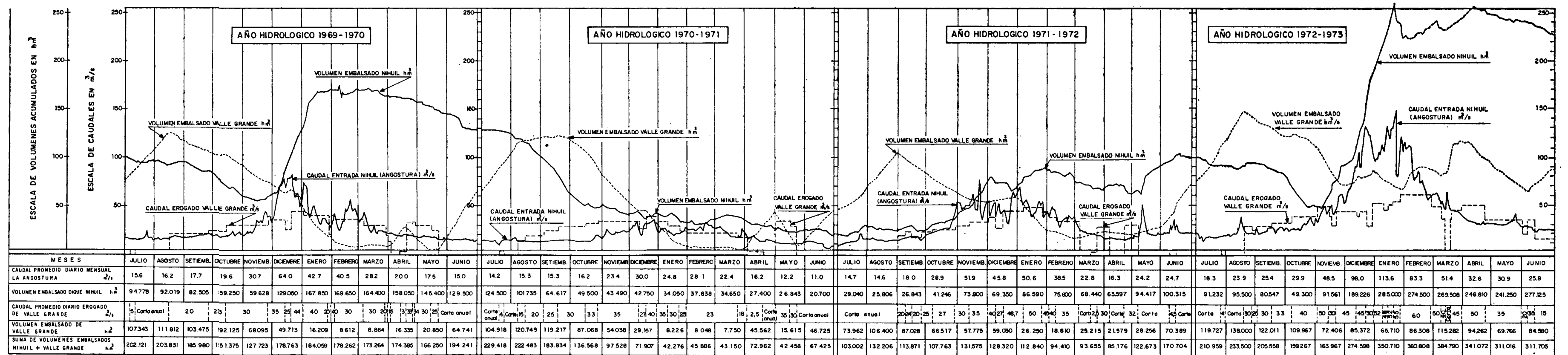
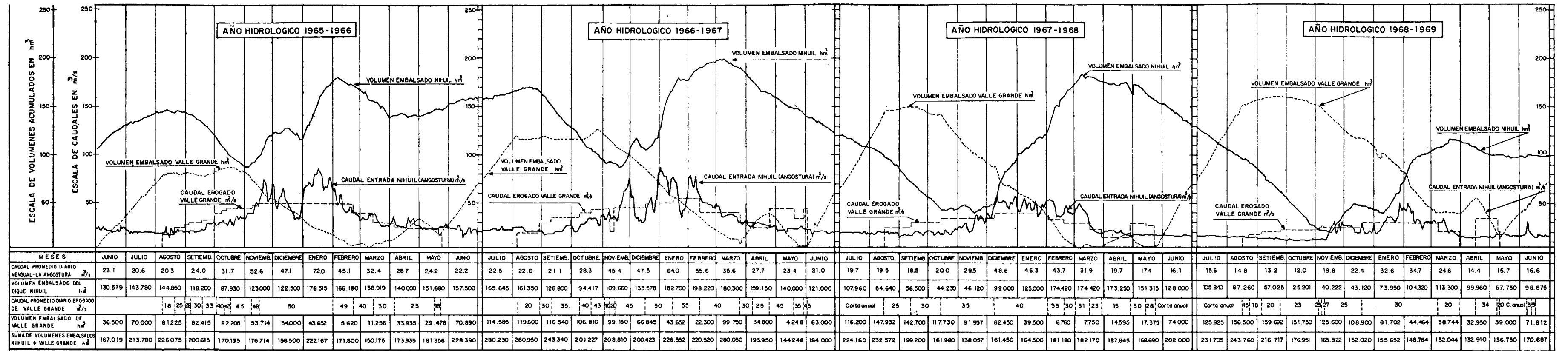
b) Los estudios realizados por Agua y Energía Eléctrica para determinar la influencia del embalse El Nihuil en la salinidad de las aguas y en los regadíos, consideraron la influencia de la evaporación y se obtuvieron valores mediante la instalación de dos evaporímetros. Las observaciones se hicieron en los años 1949 y 1950. El total de lecturas indicó un promedio en el año de 5,7 mm diarios, con mínimos de 1,9 mm en junio de 1949 y 1,5 mm en junio de 1950, y máximos de 9,5 mm en febrero de 1949 y 9,55 mm en enero de 1950. La evaporación anual resulta ser de 2,08 m.

Para el cálculo de las pérdidas de agua por evaporación natural se toma este último valor anual por considerarlo más representativo. Para el área real promedio del embalse en 8 años, de 3.800 ha, resulta una pérdida de agua por evaporación natural de 79 hm³. Con respecto al caudal que ingresa según módulo del río Atuel aforado en La Angostura, representa el 8,35% de pérdida por evaporación.

Considerando la evaporación promedio mensual para cada mes y las áreas promedio de 8 años de los respectivos meses, resulta una evaporación total anual de 83 hm³ (Ver Tabla 6-2), ligeramente mayor que el valor hallado por promedio anual.

REGISTROS DEL RIO ATUEL

FUENTE: DEP. DE IRRIGACION (M.O.Y.S.P. - MENDOZA)



Con referencia a la evaporación adicional derivada del aporte de calor producido por la incorporación de la central, el cálculo se hace solamente para las condiciones medias anuales de: elevación de temperaturas por descarga de la central $2,5^{\circ}\text{C}$; temperatura natural media anual del lago en la superficie, 15°C superficie activa media anual, 1900 ha; velocidad media del viento más frecuente anual, 2,5 m/seg. Esto da como resultado que la evaporación adicional es de 3,65 hm³ anuales, lo que representa el 4,6 % de la evaporación natural del embalse.

Salinidad del agua del embalse

La proximidad de las Salinas del Diamante, que se comunica con el embalse en condiciones de embalse máximo, y la naturaleza de suelos salobres de la región, hacen necesario analizar las condiciones del agua de este embalse con respecto a su salinidad.

Las condiciones generales en cuanto a salinidad son las siguientes:

- a) Los terrenos inundados por el embalse, que a cota vertedero (1.251) abarcan 7.500 ha, son en su mayor parte altamente salinos con sales solubles que modifican las características físicas del agua.
- b) El río Atuel, con pocas sales disueltas (500 a 700 mg/l) y relación iónica tal que sus aguas son aptas todo el año para regar cualquier terreno, recibe 50 km antes del embalse, la afluencia del río Salado, de alta salinidad, con agua de peor calidad que la del Atuel. Este aporte y el aumento natural de sales en su curso hacen que frente a El Nihuil la concentración salina varíe entre 700 y 1.200 mg/l y que la relación de iones disminuya la aptitud del agua para riego.

- c) El terreno del fondo del embalse es de alto contenido salino. Los análisis efectuados entre 1948 y 1952 por los laboratorios de Agua y Energía Eléctrica, en distintos puntos de la superficie a cubrir por el agua, permitieron apreciar que las 7.500 ha, hasta 1,50 m de profundidad, contienen aproximadamente 8×10^6 toneladas de sales solubles totales, distribuidas en promedio así:

carbonato de calcio	2,4%
sulfato de calcio	25,5%
sulfato de sodio	37,4%
cloruro de sodio	34,7%

- d) La composición química del sedimento salino del bañado El Lechuzo es semejante a la del promedio general del embalse.
- e) De acuerdo con esto, en los estudios de Agua y Energía Eléctrica se estimó el aporte salino del terreno en unos 800 mg de sales solubles totales por litro de agua a embalsarse.
- f) La evaporación aumenta la concentración de sales en el embalse. En época de deshielos, los mayores aportes de agua de baja salinidad provocarán una dilución.
- g) Para el año 1942/43 (comienzo de la construcción del embalse se hizo una estimación de concentración salina suponiendo condiciones de funcionamiento del embalse, salinidad del agua que llega, caudales de entrada y salida, evaporación y sales cedidas por el terreno. Se concluyó que la salinidad del embalse variaría entre 1.500 y 2.000 mg /l y que la relación entre los diversos aniones y cationes determinaría que el agua se clasificara como "aceptable" para riego.

Sobre la base de análisis de muestras extraídas entre 1929 y 1945 (antes del embalse) y análisis de extracciones de 1948 y 1952 (con el embalse) se estudió la variación anual de salinidad del Atuel, la influencia del embalse y la calidad del agua.

En la consideración de la influencia del embalse, se analizaron las diferentes condiciones correspondientes a: zonas del embalse, variación de profundidad, variación de nivel del embalse, evaporación.

En el río Atuel y sobre la entrada del embalse se observaron curvas cíclicas de variación con mínimos entre 600 y 700mg/l de sales totales, de noviembre a marzo, época de los mayores caudales y con máximos entre 1.000 y 1.500 mg/l en estiaje de junio a agosto.

El gráfico de Figura 6-7 muestra la salinidad del Atuel en función del caudal en 1943 y 1948 a 1952. En 1951 se encontró la máxima salinidad en octubre.

La salinidad del embalse varía anualmente con la de entrada al mismo, según curvas cíclicas. Los mínimos, de unos 700mg/l de sales totales se producen simultáneamente con los del Atuel (noviembre a marzo). Los máximos, entre 1.200 y 1.400 mg/l, están desplazados en el tiempo con respecto a los del Atuel y se producen cuando se inicia el riego y baja bruscamente del embalse. La Figura 6-8 muestra esa variación en los primeros años de funcionamiento del embalse.

En resumen, se destacan cuatro épocas características de la salinidad en el embalse:

- de noviembre a marzo, baja salinidad
- en mayo, mediana salinidad
- en julio, alta en el Atuel
- en octubre, alta en el embalse.

Las conclusiones de los estudios de salinidad del embalse son:

1. A causa de la evaporación y de la disolución de sales del terreno cubierto por el agua, el embalse aumenta la salinidad del Atuel pero sin alcanzar el límite comunmente admitido para riego, de 1.500 mg/l.
2. Como resultado de estudios más recientes se verificó que los terrenos cubiertos por el embalse suministran unos 100 mg de sales por litro de agua embalsada, cantidad 8 veces menor que la prevista en 1947.
3. En el embalse, cuanto más rápido desciende el nivel, más aumenta la salinidad del agua.
4. Respecto de la época anterior al funcionamiento del embalse, éste mejoró la calidad del agua usada en los regadíos.
5. Con respecto a su utilización en el circuito de refrigeración de una central termoeléctrica, deben tenerse en cuenta las condiciones desfavorables que supone una mayor salinidad que la normal en fuentes provenientes de río o de otros embalses pero sin llegar a constituir una situación extrema. Como referencia, debe tenerse en cuenta que los valores de salinidad consignados son del orden del 3% de los de agua de mar.

Calificación del embalse El Nihuil con respecto al factor agua de refrigeración.

La presente calificación se efectúa para las variantes de instalación de una o dos centrales nucleares:

- a) Instalación de una central nuclear de 600 MW

Si se descarta la situación excepcional de bajante del embalse registrada en junio de 1971, las condiciones de operación

FIGURA 6-7

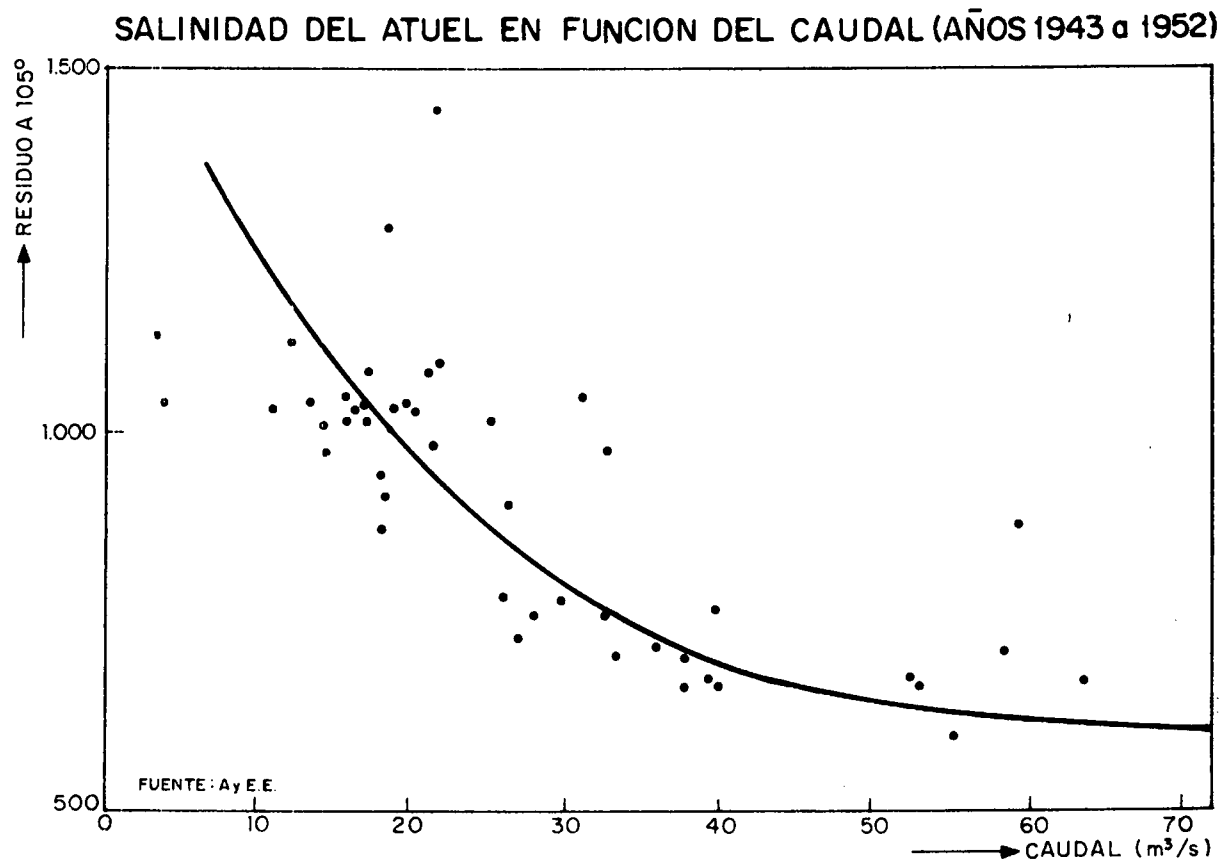
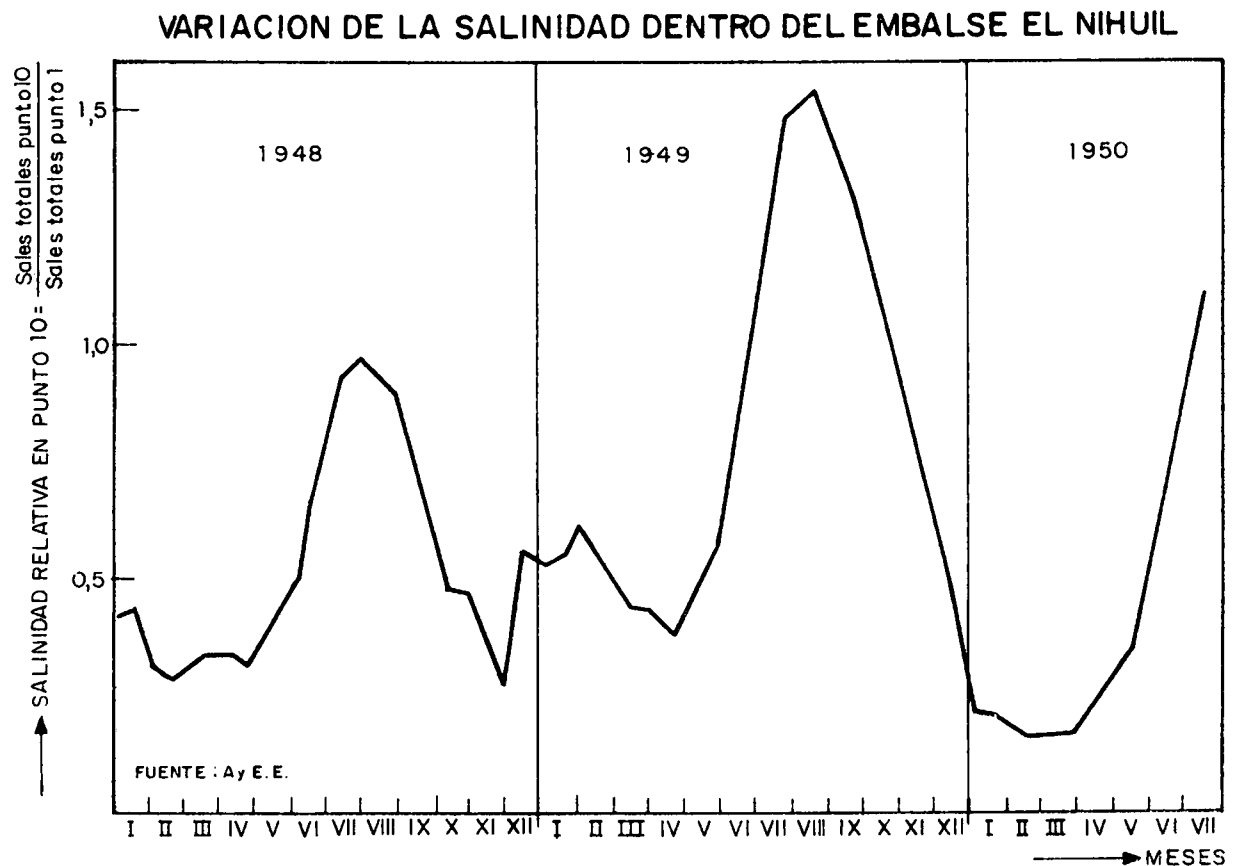


FIGURA 6-8



NOTA: LOS PUNTOS 1 Y 10 SE INDICAN EN LA FIG. 6-6

con embalse mínimo de verano determinarían un ligero exceso en el aumento de la temperatura media superficial (4°C) con respecto a los límites generalmente aceptados. Esto determina que no se califique a estas condiciones como "favorables" sino como aceptables" y en consecuencia que se aplique el valor numérico 6,5 de la tabla.

b) Instalación de dos centrales de 600 MW cada uno.

La situación resumida en a) implica que la instalación de una segunda central sólo será posible recurriendo para su refrigeración a un sistema por circuito cerrado, lo que lleva a calificar tal condición en el límite entre los rangos "deben superarse deficiencias que requieren ingeniería especial y/o análisis" y "la instalación es costosa pero practicable" de la tabla citada. Es decir, a la segunda central le corresponde un valor numérico de 2,5 y en consecuencia para el conjunto resulta el valor promedio de 4,5.

3.1.1.3 Ubicación embalse Ullum

Esta obra se encuentra en construcción próxima a terminarse, pese a lo cual se evaluó su desempeño como fuente de refrigeración de una central nuclear de 600 MW, con los valores de sus parámetros obtenidos de los datos del proyecto.

La descripción de la zona, su ubicación y las características de la obra fueron hechas en el capítulo anterior. La Figura 5-4 ilustra sobre este embalse.

Al no disponerse de datos reales en cuanto al régimen del uso de las aguas embalsadas para el análisis de las condiciones de refrigeración, se supuso un funcionamiento similar al de El Carrizal, es decir que las condiciones desfavorables ocurrirán en verano con una mayor temperatura atmosférica y del agua (se tomó 26°C en superficie) y con la superficie mínima de embalse normal.

Para estimar el comportamiento del lago como fuente de refrigeración en las condiciones más desfavorables se citan algunos datos del embalse:

Cota	745	m s.n.m.
Superficie	700	ha
Coeficiente de forma	0,6	
Superficie útil	420	ha
Profundidad media	7	m
Profundidad junto a la presa	20	m
Volumen embalsado	49	hm ³
Temperatura del agua en sup.	26°C	
Velocidad del viento (máxima frecuencia en el mes de diciembre)	3,9	m/seg

En estas condiciones, es decir, suponiendo que la temperatura de entrada al condensador sea la misma que la del agua en la superficie del lago (26°C), aplicando los métodos de cálculo existentes, se llega a la conclusión de que la elevación media de la temperatura de superficie del embalse es de 8°C. Este valor es elevado y excede en mucho al valor normalmente admitido.

Calificación del embalse Ullum con respecto al factor agua de refrigeración.

a) Para instalación de una central nuclear de 600 MW

Las condiciones del embalse y la evaluación de aumento de temperatura superficial del agua, que duplica los límites generalmente admitidos, ponen de manifiesto que la instalación de una central sólo podrá hacerse, en cuanto a este factor, "superando deficiencias que requieren ingeniería especial y/o análisis" y en consecuencia corresponde calificar a esta instalación con el valor numérico 4.

b) Para instalación de dos centrales nucleares de 600 MW cada una:

La instalación de una segunda central, sólo sería posible recurriendo para su refrigeración a un sistema de circuito cerrado, por lo tanto a la instalación de la misma le correspondería un valor numérico 2,5. En consecuencia para el conjunto resulta el valor promedio de 3,25.

3.1.2. Ubicaciones con refrigeración por circuito cerrado o mixto

Antes de analizar para su calificación las ubicaciones que sólo son posibles con refrigeración por circuito cerrado o mixto, corresponde señalar en forma sucinta las características generales y condiciones que imponen los distintos sistemas de este tipo de refrigeración, los cuales son comunes a los cuatro emplazamientos que se van a analizar.

La denominación de "circuito mixto" se aplica a una forma especial de circuito de refrigeración que consiste en una combinación de los sistemas "abierto" y "cerrado", cuya forma de operar depende de las disponibilidades existentes de fuente fría (río, embalse, lago) demandando la participación de las instalaciones de circuito cerrado, según la insuficiencia de dichas fuentes frías.

3.1.2.1 Características de los sistemas de refrigeración por circuito cerrado

En estos sistemas la fuente fría está constituida por la atmósfera, y la cesión a ésta del calor del medio refrigerante se hace sin que el medio refrigerante alcance la temperatura de la fuente fría.

No rige la limitación de temperatura superior para la salida del agua del condensador que imponen las consideraciones destinadas a evitar la polución térmica en ríos y lagos para mantener las condiciones de la biota. Esto permite considerar un "orden" algo superior al de 7°C adoptado para localizaciones en embalses, con lo cual se disminuye el caudal requerido.

La limitación está dada en este tipo de refrigeración por la temperatura de la atmósfera, la cual es el límite al que tiende la temperatura del medio refrigerante a su salida del dispositivo de refrigeración. Esta temperatura, que es la misma de entrada del medio refrigerante al condensador, interesa hacerla lo más baja posible desde el punto de vista del rendimiento de la turbina. La diferencia entre esta temperatura y la del aire se llama "aproximación". El menor valor obtenido para la "aproximación" favorece las condiciones de refrigeración.

La temperatura límite de enfriamiento será distinta según se trate de dispositivos secos o húmedos. En el primer caso está dada por la temperatura de bulbo seco y en el segundo por la temperatura de bulbo húmedo.

Los parámetros: "orden en el condensador, "aproximación" en el dispositivo refrigerador, temperaturas de entrada y salida en el condensador y en el dispositivo refrigerador, y caudal de agua circulada, están interrelacionados y pueden manejarse en el proyecto con una cierta libertad con las limitaciones dadas por la temperatura de condensación y la atmosférica, procurando una optimización del rendimiento de la turbina, del condensador, del dimensionamiento de los elementos del circuito del medio refrigerante y del dispositivo refrigerador.

Los sistemas de refrigeración por circuito cerrado presentan dos tipos fundamentales: húmedos y secos. Un tercer tipo lo da una combinación de ambos.

Entre los de tipo húmedo se encuentran los que están constituidos por los dispositivos siguientes:

- a) Torres de refrigeración, que pueden ser de tiro natural o de tiro forzado,
- b) Piletas pulverizadoras con rociadores simples.
- c) Piletas pulverizadoras con unidades rociadoras con motor.
- d) Estanques refrigerantes.
- e) Sistemas de refrigeración en fase (dos estanques y una pileta)

Entre los dispositivos secos se encuentran:

- a) Torres de refrigeración, que pueden ser de tiro natural o de tiro forzado.
- b) Condensador seco.
- c) Sistema Heller.

La combinación de torre seca con torre húmeda constituye el llamado dispositivo unificado o torre de refrigeración con recorrido en paralelo húmedo-seco.

3.1.2.2. Condiciones de funcionamiento

Con respecto a las temperaturas, las condiciones generales de funcionamiento son las siguientes:

- a) La "aproximación" práctica puede llegar a $2,5^{\circ}\text{C}$ pero lo más frecuente es que oscile entre $3,5^{\circ}\text{C}$ y $7,5^{\circ}\text{C}$.
- b) La temperatura ambiente que se adopta para el diseño del sistema, es una temperatura tal que no sea sobrepasada durante mas del 5% del tiempo de operación de la torre en el verano.
- c) Para una central nuclear de 600 MW con un "orden" en el condensador de 10°C el caudal del medio refrigerante es de $33 \text{ m}^3/\text{seg}$. El enfriamiento requerido es igual al "orden" (10°C) y se prevé para Cuyo, en torres de refrigeración húmedas, de 40°C a 30°C con una "aproximación" de 6°C a la temperatura de bulbo húmedo en verano (24°C).

- d) La "aproximación" en torres de refrigeración secas, oscila en 15°C , con lo cual para la temperatura de referencia de bulbo seco de Cuyo en verano (40°C según el criterio establecido en b), se tiene una temperatura de entrada del agua en el condensador de 55°C , contra 30°C de los sistemas húmedos.

En lo referente a las pérdidas de agua en los sistemas húmedos se consignan los siguientes datos:

- a) Las pérdidas de agua por evaporación para un "orden" de 10°C son del 2% del caudal circulante ($0,68\text{m}^3/\text{seg}$).
- b) Las gotas arrastradas por la corriente de aire se estiman en el 0,2% del caudal ($0,07\text{ m}^3/\text{seg}$) para el mismo "orden"
- c) Las pérdidas por purgas para eliminación de sólidos disueltos alcanzan al 0,6% del mismo caudal ($0,21\text{ m}^3/\text{seg}$) para el mismo "orden"

En consecuencia, debe apreciarse una necesidad de agua de reposición de $1\text{ m}^3/\text{seg}$ para una central nuclear de 600 MW con refrigeración por torres húmedas y "orden" en el condensador de 10°C . Como comparación se consigna que los embalses actuales de El Nihuil y El Carrizal pierden por evaporación $3\text{ m}^3/\text{seg}$ y $1\text{ m}^3/\text{seg}$, respectivamente.

3.1.2.3. Consideraciones sobre el sistema de refrigeración por circuito cerrado en Cuyo.

Las características de la región de Cuyo, con las exigencias fundamentales de aprovechamiento máximo del agua y seguridad antisísmica, requieren un análisis de los distintos sistemas de refrigeración por circuito cerrado que consideren especialmente dichas exigencias.

Si bien los sistemas de refrigeración de tipo seco cumplen idealmente la condición de economía de agua, no registran experiencia mundial en centrales eléctricas de potencias mayores de 200 MW, siendo además su costo muy elevado y muy alta la temperatura de reingreso del agua en el condensador. Por lo tanto deben ser descartados como sistemas a adoptar para la Central de Cuyo.

Deberá considerarse especialmente la aplicación de sistemas que, como las "torres de refrigeración húmedo-secas en paralelo" o los "sistemas de refrigeración en fase", aseguran menores pérdidas de agua por evaporación, arrastres o purga. La reducción de las pérdidas por evaporación trae aparejada la beneficiosa reducción del penacho de las torres.

Con respecto a la seguridad antisísmica, ella puede constituir una limitación para la adopción de torres de refrigeración de tiro natural, ya que están constituidas por altas chimeneas (150 a 200 m de altura y 100 m de diámetro en la base) de forma hiperbólica en estructura de cáscara de hormigón armado. En estas torres puede ser una solución la utilización de cierres de cubierta liviana en tela de poliéster recubierta con PVC, placas de aluminio o fibrocemento, sostenido por una red de tensores tendida entre un mástil central con un aro superior y el anillo superior de la base de hormigón armado. Se considera que este tipo de construcción disminuye el asentamiento del suelo especialmente en terrenos poco estables y/o sujetos a terremotos.

3.1.2.4. Calificación de las ubicaciones con refrigeración por circuito cerrado o mixto.

Las ubicaciones cuya refrigeración sólo es posible por circuito cerrado o mixto son las siguientes:

- 1) Alvarez Condarco sobre el río Mendoza
- 2) Valle de Uco sobre el río Tunuyán
- 3) Galileo Vitali sobre el río Diamante
- 4) Topón del Atuel sobre el río Atuel
- 5) Bardas Blancas sobre el río Grande

3.1.2.4.1. Ubicación Alvarez Condarco

Las condiciones del lugar descriptas anteriormente (Figura 5-15) informan sobre suficiente disponibilidad de agua para refrigeración por circuito cerrado o mixto para una o dos centrales de 600 MW cada una. En este tramo hay un múltiple aprovechamiento del río Mendoza por riego, suministro de agua potable, Industria, destilería Y.P.F., centrales térmicas a combustible fósil y centrales hidroeléctricas; cuyas utilizaciones están ubicadas en su totalidad entre Cacheuta y la ciudad de Luján de Cuyo, por lo que el agregado de una nueva fuente de consumo de agua (una o dos centrales nucleoelectricas) se presenta como requerimiento adicional en un lugar de intensivo uso del agua.

Por otra parte, la referida utilización de agua, con desvíos y entubamientos existentes entre Cacheuta y Luján de Cuyo, requerirá obras de derivación y canalizaciones para la refrigeración de las centrales nucleoelectricas, que además de ser costosas deben prever la necesaria coordinación en su proyecto y operación con las otras utilizaciones.

Por lo expuesto, para una central nuclear de 600 MW, según la tabla mencionada le correspondería el rango "la instalación es costosa pero practicable" y en consecuencia se la califica con el valor numérico 1.

Para la instalación de dos centrales, la situación no cambia y en consecuencia se mantiene el valor numérico 1.

3.1.2.4.2. Ubicación Valle de Uco

Las condiciones del lugar descriptas (Figura 5-16), evidencian suficiente disponibilidad de agua para refrigeración por circuito cerrado o mixto para una o dos centrales de 600 MW cada una.

La utilización actual del agua en el lugar es exclusivamente para riego y se ve facilitada por la existencia de la presa móvil de derivación. No se presentan dificultades para la refrigeración por circuito cerrado en este lugar para una o dos centrales, razón por la cual se califica en el límite entre los rangos "deben superarse diferencias que requieren ingeniería especial y/o análisis" y "la instalación es costosa pero practicable" de la tabla citada, correspondiéndole, en consecuencia el valor numérico 2,5.

3.1.2.4.3. Ubicación Galileo Vitali

La información sobre las condiciones del lugar está dada anteriormente (Figura 5-33).

Como en el caso anterior, la disponibilidad de agua es suficiente para el gasto requerido y la utilización es exclusivamente para riego y para la usina hidroeléctrica Los Coroneles ubicada aguas abajo.

Se repiten aquí idénticas condiciones favorables que en el Valle de Uco para toma de agua, dadas por la existencia de una presa móvil de derivación para riego.

De acuerdo con la tabla se califica esta ubicación con el valor numérico 2,5 para la instalación de una o dos centrales nucleares.

3.1.2.4.4. Ubicación Topón del Atuel

La información sobre las condiciones del lugar ha sido dada

(Figura 5-45). También aquí la disponibilidad de agua es suficiente, la utilización es exclusivamente para riego. No existen obras que faciliten la toma de agua. Dada la poca importancia de estas obras, se asigna a esta ubicación también el valor numérico 2,5 para su calificación, tanto para la instalación de una o dos centrales.

3.1.2.4.5. Ubicación Bardas Blancas

La información sobre caudales y temperaturas del agua en este lugar han sido dadas en la Parte III (Figura 5-47).

El análisis de los registros de caudales consignados en las tablas evidencian que las condiciones para refrigeración por circuito abierto se encuentran en el límite de las posibilidades.

Son notorios, como en todos los ríos cuyanos, dos períodos anuales de caudales, uno de máximo y otro de mínimo. El de máximo, que se extiende de octubre a marzo da un promedio de 165,6 m³/seg; y el de mínimos, desde abril a setiembre, un promedio de 55,2 m³/seg.

El promedio de la época de mínimos apenas excede al caudal necesario de 48 m³/seg para un "orden" en el condensador para circuito abierto de 7°C. La consecuencia, confirmada por los valores de las tablas citadas, es que en períodos de la época de estiaje, el caudal será insuficiente para una refrigeración por circuito abierto.

De todos modos, es obvio que por su mayor caudal y las bajas temperaturas de sus aguas, una ubicación sobre el río Grande requerirá, para salvar los déficits de los períodos mínimos, obras complementarias de ingeniería menores que las de los otros ríos.

Adoptar un "orden" mayor en el condensador, por ejemplo 12°C, significa reducir el requerimiento de caudal de refrigeración a 28 m³/seg. Solamente en un mes en 29 años, la media mensual no alcanzó este valor. El mayor valor del "orden" es permitido, como ya se dijo, por la baja temperatura del agua (7°C en el

período de mínimos caudales); pero la limitación que se enfrenta es la ecológica, pues cuando el caudal del río sea igual al de refrigeración, el aumento de su temperatura será prácticamente igual al "orden" y ecológicamente, el de 12° C es un valor muy elevado.

El cálculo de incremento de temperatura (T) del agua del río para años promedio y "orden" de 7°C por el aporte calorífico de la central dió los siguientes valores:

período octubre-marzo	T=2°C
período abril-setiembre	T=6°C

Estos valores evidencian que aún en condiciones promedio, en un semestre del año se excedería el límite ecológico de 3°C, aceptado corrientemente para la elevación de temperatura sobre el nivel natural de un río.

Existen proyectos de utilización de las aguas del río Grande:

- a) Desvío de las aguas de los ríos Cobre y Tordillo que forman el río Grande, para volcarlas a través del río Salado en el río Atuel. La realización de este proyecto significaría una reducción del 30% en los caudales consignados del río Grande.
- b) Construcción de un embalse en Portezuelo del Viento, 20 km aguas arriba de Bardas Blancas, por Agua y Energía Eléctrica.

La calificación se hace para las variantes de una o dos centrales nucleares:

- a) Instalación de una central nuclear de 600 MW:

Las condiciones límite para refrigeración por circuito abierto que imponen la instalación de sistemas de refrigeración mixtos y la necesidad de mantener la temperatura del agua del río dentro de ciertos márgenes, exigirán ejecutar "costosas obras de ingeniería". De acuerdo con esto y los rangos establecidos en la tabla, se califica a esta ubicación con el valor numérico 5, límite entre los rangos 3 y 4 de dicha tabla.

b) Instalación de dos centrales nucleares de 600 MW:

La refrigeración de una segunda central de 600 MW deberá hacerse por circuito cerrado y por esta razón se califica con el valor límite 2,5 entre los rangos 4 y 5 de la tabla. Se considera en efecto que esta forma de refrigeración corresponde a las condiciones "deben superarse deficiencias que requieren ingeniería especial" y "la instalación es costosa pero practicable"

Al conjunto de las dos centrales le corresponde el valor promedio 3,25 de las dos calificaciones individuales.

3.2. Factor condiciones del terreno

3.2.1. Generalidades

Según lo expuesto por diferentes autores (Primer Simposio de Geología Regional Argentina, Córdoba, 1969), el ambiente geológico de las diversas ubicaciones preseleccionadas se localiza en regiones que bajo los aspectos geomorfológicas, estratigráfico y estructural poseen ciertas características propias. Es posible por lo tanto agrupar así los eventuales emplazamientos sobre la base de los distinguos "geomorfo-estrati-estructurales" (Figura 6-9):

a) Ubicaciones en la Precordillera y Cordillera Frontal

1. Embalse Ullum (río San Juan)
2. Alvarez Condarco (río Mendoza)
3. El Carrizal (río Tunuyán)
4. Valle de Uco (río Tunuyán)

- b) Ubicaciones en el Bloque de San Rafael (Sistema de la Sierra Pintada)
 - 5. Galileo Vitali (río Diamante)
 - 6. Topón del Atuel (río Atuel)
 - 7. El Nihuil (río Atuel)
- c) Ubicación en la Cordillera Principal (Cuenca del Geosinclinal Mesozoico)
 - 8. Bardas Blancas (río Grande)

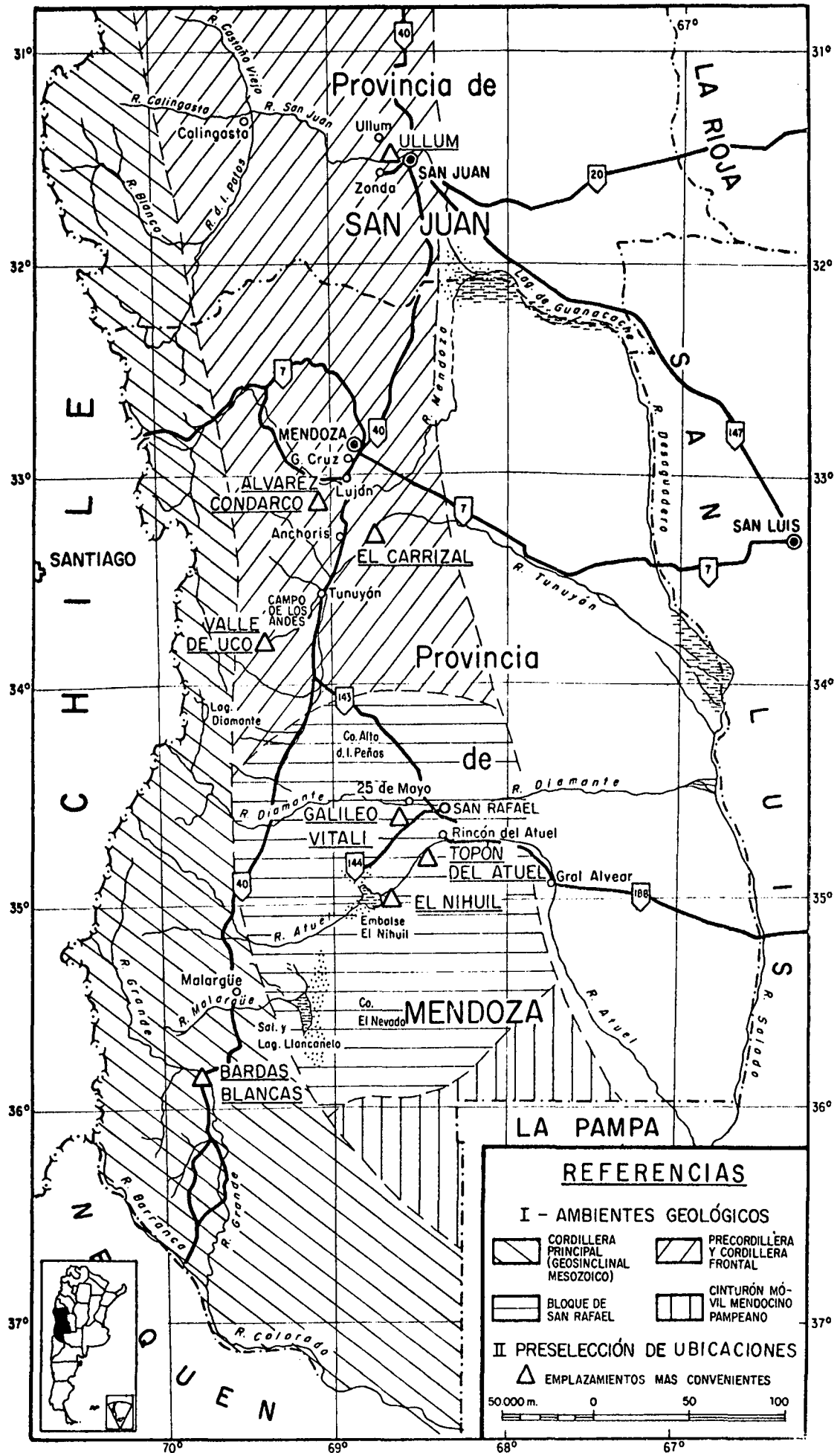
No se entra aquí en enumeraciones geológicas detalladas de las áreas de los emplazamientos más convenientes, solamente se demarcan en las figuras correspondientes los límites de las formaciones geológicas principales que muestran el entorno de aquellos, las cuales se indican al pie de las figuras. En cambio, las formaciones geológicas que afectan directamente a las ubicaciones preseleccionadas se describen también en el texto correspondiente.

A continuación debe analizarse el terreno en cuanto a su aptitud para soportar las cargas de las obras de centrales nucleares.

Los emplazamientos preseleccionados sobre ríos se ubican en sitios donde éstos han abandonado los estrechos valles intermontanos para transcurrir en cursos labrados en los complejos de piedemonte, en valles amplios rellenados con material aluvional.

Ello hace que prácticamente todos los emplazamientos preseleccionados sobre ríos estén situados sobre sedimentos relativamente modernos, sin destacarse una selección de tamaños ni consolidación de los componentes. Estos sedimentos son aluvionales, sueltos e indiferenciados, heteroclásticos y polimícticos, en parte aterrizados y de edad terciario tardío a cuaternario reciente.

UBICACIONES Y AMBIENTES GEOLOGICOS



En los emplazamientos sobre embalses, las características son diferentes, pues se hallan ubicados en los bordes occidentales de dilatados valles: la pampa del Diamante - Llanquanelo y el "graben" de Tunuyán en Mendoza, y el valle de Zonda en San Juan.

Seguidamente se hace una síntesis geológico-estructural de cada uno de los sitios en estudio.

3.2.2. Ubicación embalse Ullum

El embalse Ullum, actualmente en construcción, se ubica en el flanco oriental del valle de Zonda y su cierre se erige en el abra socavada por el río San Juan entre la sierra Chica de Zonda y su prolongación N, la sierra del Villicum (Figura 6-10).

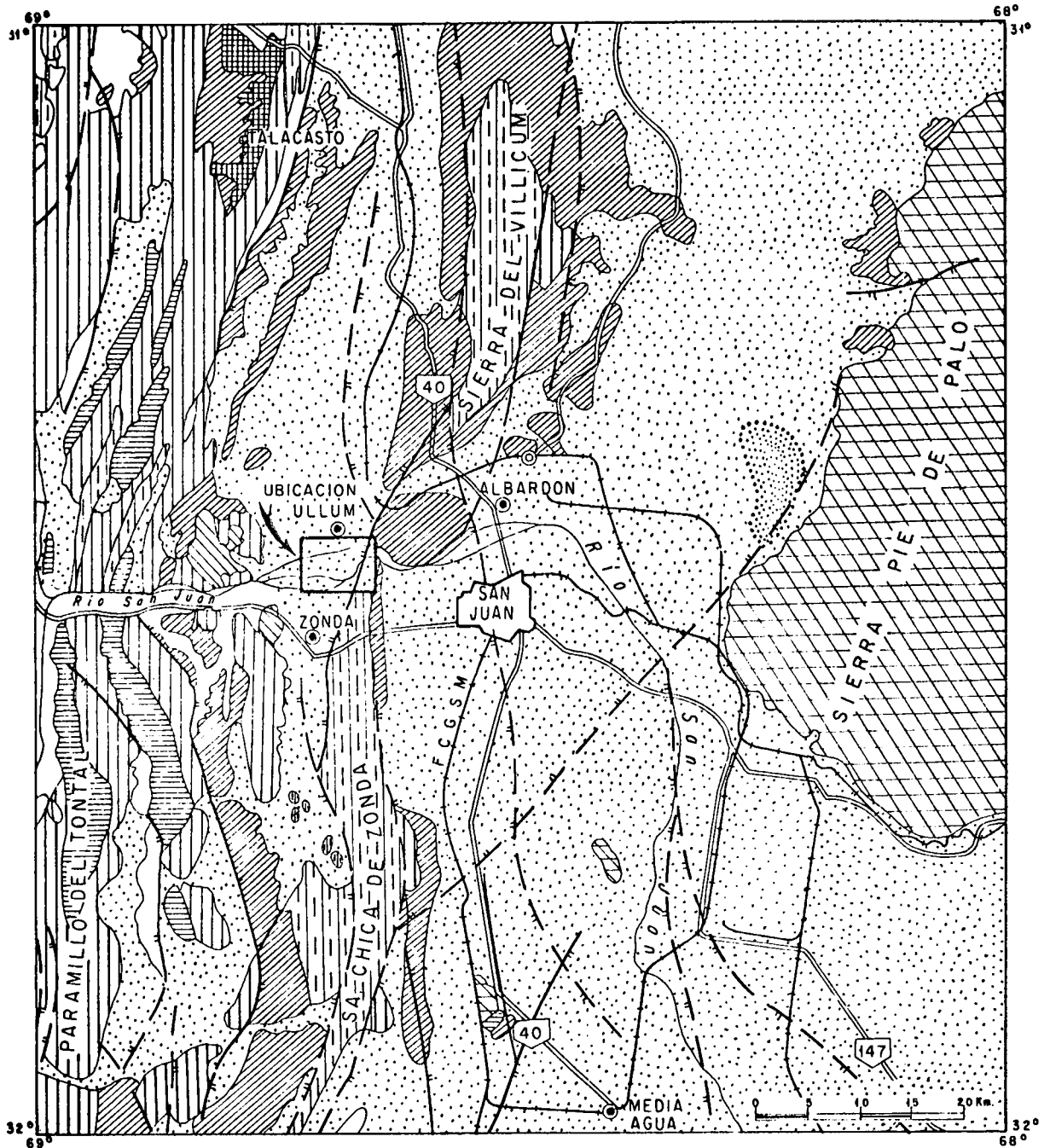
El fondo de este valle se halla colmatado por depósitos fluviales y eólicos cuaternarios.

La zona del embalse se halla enmarcada por barrancas de sedimentitas terciarias (formación Calchaquí) aún no estudiadas en detalle estratigráficamente, pero en la región de interés, el ambiente de depositación es típicamente continental, representando sus depósitos molasas clásticas y vulcanoclásticas correspondientes a la póstuma orogenia andina.

En la región de Ullum, Leveratto (1968), ha distinguido un conjunto al que llama formación Alvarracín, constituido por tres miembros. El inferior está formado por alternancias de capas de variable granulometría e integrada por bancos arcillosos, limosos y areniscas hasta areniscas conglomerádicas y conglomerados finos.

En el miembro intermedio predominan netamente las tobas y tuffitas con alternancias de areniscas tobáceas, areniscas y areniscas conglomerádicas.

UBICACION EMBALSE ULLUM



REFERENCIAS

CUARTARIO		Conos de deyección depósitos fluviales y eólicos	DEVONICO		Form. Punto Negro y equiv.; sedimentitas marinas con fósiles
		Form. Colchaquí; sedimen- titos continentales clásticos	SILURICO		Form. Tombador y equi- valentes; sedimentitas marinas con fósiles
TERCIARIO		Vulcanitas andesíticas y dacíticas	CAMBRO- ORDOVICICO		Calizas, lutitas y are- niscas con abundante fauna fósil
		Sedimentitas conti- nentes y marinas	PRECAMBRICO PALEOZ. INF.		Metamorfitos de dis- tinto grado y marmoles
					Fallas

Fuente: Mapa Geológica de San Juan; E.P. Aparicio, U.N.S.J. - 1975

El miembro superior de esta formación está representado por espesos paraconglomerados polimícticos de color pardo oscuro a más amarillento, en la parte cuspidal. El espesor total de esta formación es apreciado entre los 1.500 y 1.700 metros.

En cuanto a la estructura, se observa que los depósitos del Terciario han sido plegados y fracturados intensamente por efecto de los movimientos ándicos. El vulcanismo que ha afectado a los sedimentos del Terciario no alcanza grandes expresiones.

Existen acumulaciones terciarias, que comienzan generalmente con una molasa vulcanoclástica constituida por tobas y aglomerados de carácter andesítico, sobre éstas se asienta un paquete sedimentario predominantemente constituido por conglomerados gruesos con intercalaciones de areniscas y limolitas, pudiendo alcanzar el conjunto total algunos miles de metros. Sobre ellos se apoyan discordantemente los sedimentos cuaternarios, representados principalmente por niveles de piedemonte.

En la zona de interés para este estudio los sedimentos están conformados por conglomerados gruesos poco diagenizados, y principalmente por limos y limos arcillosos distribuidos a lo largo de los valles principales, representando depósitos lacustres.

Desde el punto de vista del asentamiento de obras de importancia, existe la referencia de la central hidroeléctrica en construcción, emplazada sobre estratos calchaqueños. Además, en caso de optarse por una ubicación en esa zona, debería estudiarse la posibilidad de acercar las obras nucleares a las formaciones cambro-ordovícicas cercanas al embalse, sin descuidar los problemas que se deriven de la sismicidad de la zona.

3.2.3. Ubicación Alvarez Condarco

Este emplazamiento está en la llanura pedemontana apoyada en el faldeo oriental de la Cordillera Frontal, en la región en que

el río Mendoza abandona su valle de montaña para ingresar en la peneplanicie que se extiende hacia el naciente (Figura 6-11), ubicado sobre la margen derecha del río, y al O de los terrenos en que se encuentra instalada la destilería de Y.P.F., cercana a Luján de Cuyo.

El substrato es similar al del emplazamiento Valle de Uco: descansa como aquél, sobre una potente acumulación terciaria de conglomerados polimícticos.

Hacia la parte alta de la pila se van acumulando sedimentos cada vez más finos que escapan, en parte, al Tercer Nivel de Piedemonte, formando la planicie de acumulación joven tapizada de arenas y limos parecidos al loess.

Dentro del conjunto, el río sigue cavando su cauce aportando una caótica depositación de rodados fluviales poligénicos, sin selección de tamaños.

En cuanto a la aptitud para asentar una central nuclear, presenta características análogas a las del Valle de Uco, por similitud de origen y posición relativa coincidente en el tiempo y mecanismo de formación. Por lo tanto se pueden considerar aceptables las condiciones del substrato para erigir una instalación como la proyectada.

3.2.4. Ubicación El Carrizal

En este emplazamiento, al igual que en otros lugares, se optó por la alternativa de dos ubicaciones; una a cada lado del dique que embalsa el río Tunuyán (Figura 6-12).

Estas ubicaciones situadas en el borde oriental medio de la gran fosa tectónica de Tunuyán, se localizan sobre un potente conjunto de sedimentos terciario-cuaternarios que se extiende en el sentido NS desde el río Mendoza hasta el Bloque de San Rafael (río Seco de las Peñas).

En la zona del dique, ambos emplazamientos muestran semejanza de terreno, compuesto por alternancias de niveles de acumulación eóli y depósitos fluvio-lacustres, que se asientan sobre limos loessoides, limos arenosos y gravas pardo rojizas con intercalaciones de arcillas rojizas, yeso y sal.

En algunos sitios vecinos a la ubicación oriental del dique, los sedimentos mencionados, que pueden alcanzar un espesor de 150m, están coronados por relictos de un nivel pedemontano neocuartario, compuesto por material conglomerádico sin mayor selección granulométrica y cuya matriz, en parte con la participación de materiales pumiceos y tobáceos modernos, es escasa, y la coherencia del banco se debe más a la angulosidad de los clastos que a un material cementante.

Todo el conjunto descansa a su vez sobre sedimentitas continentales terciarias (estratos Calchaqueños), alcanzando en la zona un espesor considerable de depósitos arenáceos y limos pardo amarillentos, ricos en sales solubles.

Desde el punto de vista de la capacidad del terreno para admitir la carga de una instalación nuclear como la proyectada, el mismo muestra una baja aptitud natural. Esto hace más necesaria la realización de un estudio detallado del sitio, si se decidiese una eventual construcción, con especial atención a la interacción de las características litológicas y las imbibiciones del agua en el subsuelo del lugar elegido, especialmente las provenientes del embalse.

3.2.5. Ubicación Valle de Uco

Esta ubicación se halla sobre la margen S del río Tunuyán, vecina a la presa derivadora de riego (canales Manzano y Uco) localizada en la salida del Valle de Uco; y a una decena de kilómetros al SO de la población de Campo de Los Andes (Figura 6-13).

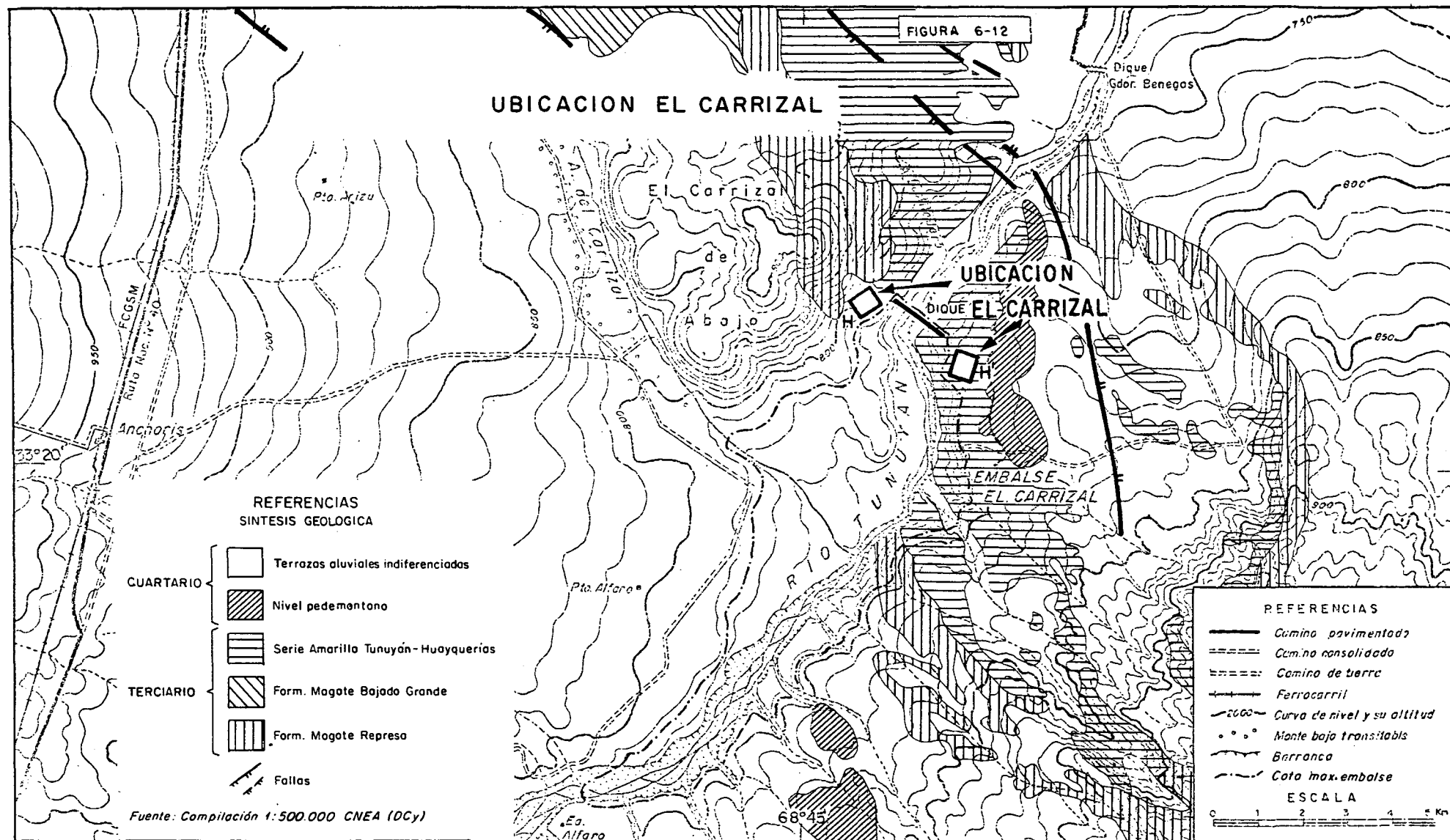
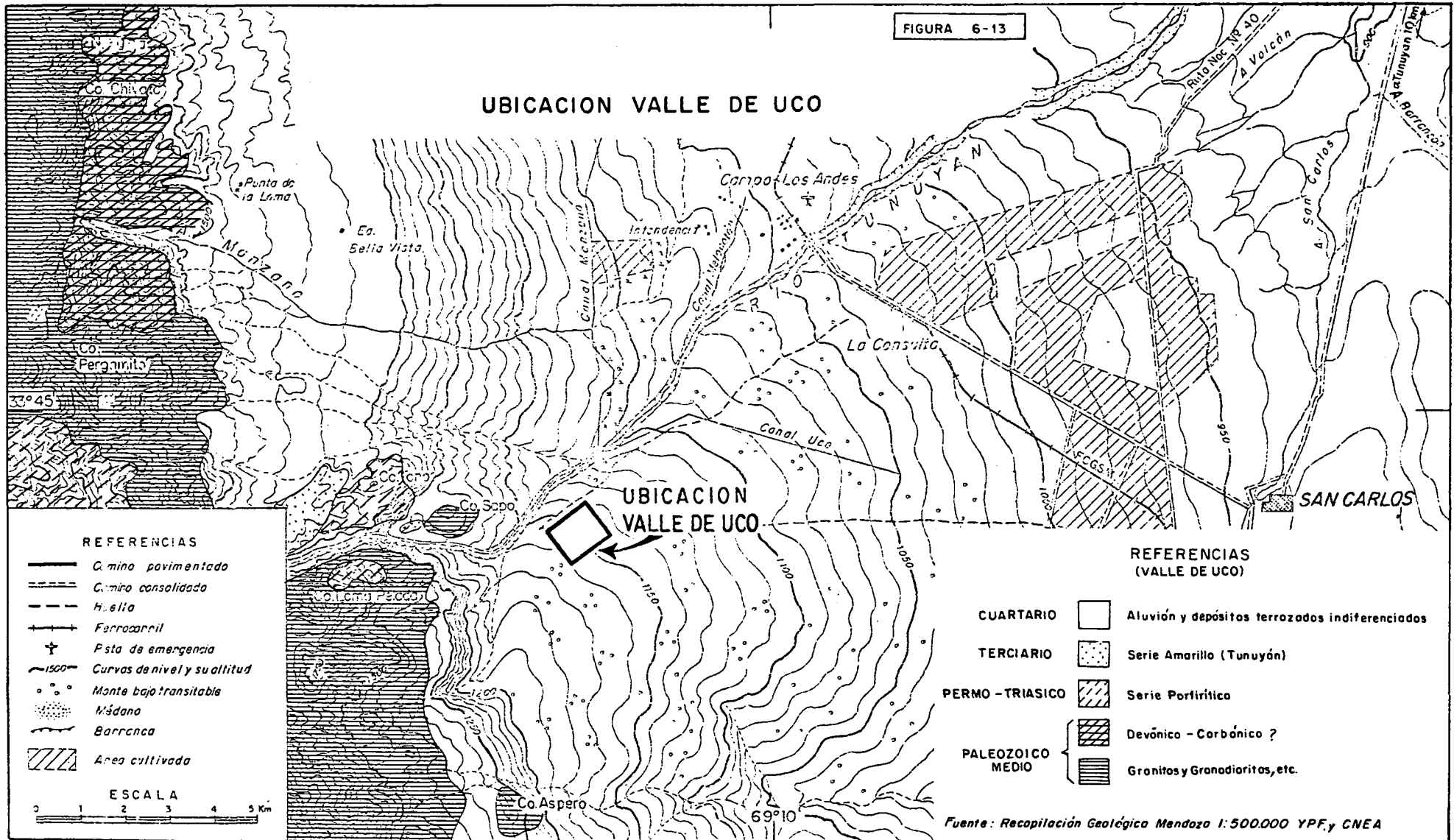


FIGURA 6-13

UBICACION VALLE DE UCO



El lugar estimado como más conveniente se sitúa sobre el derrame de material detrítico que inicia la amplia llanura pedemontana, frente al bloque ascendido de la Cordillera Frontal.

Estos conglomerados terrazados del tercer nivel de piedemonte, se muestran en la zona de ubicación preseleccionada, como capas de rodados poligénicos con matrix arenosa, sin consolidación.

El cauce del río Tunuyán cavado en los mismos, al abandonar la boca de la quebrada, ha descargado el material de acarreo fluvial, de procedencia cordillerana, originando un conjunto polimíctico y heteroclástico, dentro del cual se destacan grandes bloques de varias toneladas de peso. Corona este conjunto un ocasional o poco potente manto de sedimentos limo-arenosos a loessoides de reciente origen.

Considerando las condiciones del substrato para el asiento de una instalación nuclear, se estima que ofrece una aceptable aptitud de soporte. Desde luego que la información necesaria para el proyecto deberá lograrse, como en todos los casos, mediante el estudio geotécnico pertinente.

3.2.6. Ubicación Galileo Vitali

Esta localización se halla sobre la margen S del río Diamante, cercana a la villa de 25 de Mayo y vecina al dique derivador Galileo Vitali en el departamento San Rafael de Mendoza (Figura 6-14).

La ubicación preseleccionada se caracteriza por la presencia de depósitos aterrazados que flanquean el cauce del río, que se integran principalmente por rodados y arenas.

Estos depósitos cuaternarios se hallan aquí flanqueados por lomadas chatas de rodados fluvioglaciales, de una decena de metros de espesor. Generalmente se hallan poco consolidados, pero suelen a veces presentar una somera cementación por la pos-

terior depositación de sales cálcicas aportadas por las soluciones que circulan en los conglomerados González Díaz los adscribe al Neopleistoceno bajo el nombre de "formación Colonia los Coroneles". Estos a su vez, yacen sobre una secuencia alternante de arcillas y arenas más o menos compactadas correspondientes al terciario superior (Dessanti, 1956).

También es posible hallar ocasionalmente que en la formación Los Coroneles se intercalan lavas del Basalto IV, es decir, que se habría producido un ciclo acumulativo mixto que muestra la coparticipación de una sedimentación fluvial y otra de carácter efusivo.

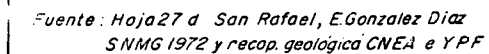
En cuanto a la aptitud del substrato del área preseleccionada para el asentamiento de una central nuclear, resultan interesantes los sedimentos plio-pleistocenos descritos, los cuales ofrecerían, a primera vista, condiciones bastante aceptables que se deberán corroborar oportunamente con la ejecución de las investigaciones geotécnicas pertinentes.

3.2.7. Ubicación Topón del Atuel

Esta ubicación está situada aguas abajo del dique compensador de Valle Grande, donde el río Atuel termina de atravesar las estructuras más orientales del Sistema de la Sierra Pintada para volcarse en la peneplanicie sanrafaelina (Figura 6-15).

El lugar se halla en la margen N del río Atuel, sobre una planicie aluvial que en la zona de Rincón del Atuel se estrecha entre los afloramientos de los basaltos pleistocenos de la Formación Cerro Negro y las sedimentitas terciarias del Araucanense.

A la altura del río Seco de las Tinajas y donde no se presenta el relieve de Huayquerías, se depositan sectores de acumulación fluvial holocena de una docena de metros de espesor, marginados por depósitos aterrazados de limos loessoides con intercalaciones arenosas.



En el cauce del río Atuel, como también en los lechos secos y arroyos menores, alcanzan a depositarse rodados y arenas como resultado de las crecientes o avenidas esporádicas que caracterizan el régimen de las vías de agua en la región.

Desde el punto de vista estructural, el área se halla en una zona descendida entre un sistema de fallas que, en este caso, se puede limitar entre las más conspicuas del cerro Negro por el E, y la de El Jilguero en el O.

Dentro de este ambiente tectónico local aparecen estructuras menores de compresión y dislocamiento de las sedimentitas pliocenas.

De todas maneras es necesario que, en caso de decidirse un emplazamiento en esta zona, se realice un estudio detallado del sector, pues es de suponer que puedan acontecer cambios importantes de las características del terreno a cortas distancias.

3.2.8. Ubicación El Nihuil

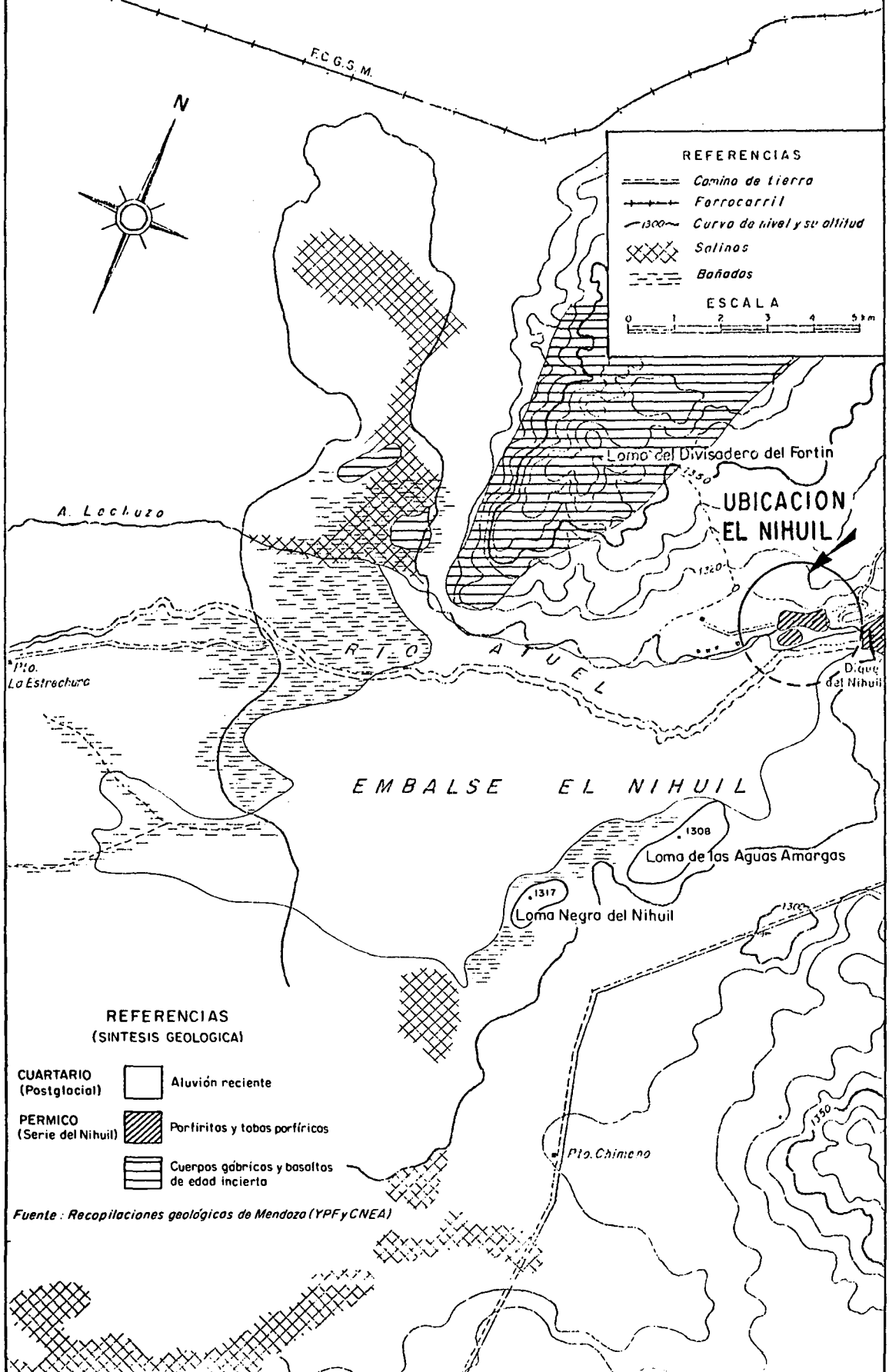
Esta ubicación se sitúa dentro del amplio valle que se extiende desde la Pampa del Diamante hasta el Cordón del cerro Nevado en la vecindad del dique El Nihuil (Figura 6-16).

El contorno lo constituye una amplia cuenca rellena con sedimentos no diagenizados que se asientan sobre formaciones paleozoicas; pizarras y areniscas ferruginosas del período carbonífero, atravesadas por diques de pórfiro cuarcífero y encapadas, en parte, por pórfiros graníticos y tobas porfirícas.

Estas rocas han sido halladas en las perforaciones ejecutadas con motivo del estudio del embalse de El Nihuil, a profundidades variables, revelando que la superficie sobre la cual descansan los estratos jóvenes es regularmente accidentada. Esto acontece especialmente con el grupo inferior, formado por areniscas y arcillas de color rojo-marrón, yesíferas y ligeramente calcáreas. Estos estratos tienen un espesor que oscila entre 8 y 45 m y se los halla intercalados entre las rocas paleozoicas y los

FIGURA 6-16

UBICACION EL NIHUIL



mantos de basalto del cuartario, procedente del volcán Cerro Nihuil. En consecuencia dichos estratos son anteriores a esa roca eruptiva y pueden ser cuartario más bajo, mio o pliocenos.

En general los estratos del terciario superior cubren un relieve plano, de manera que los estratos rojos hallados en las perforaciones se diferencian de los bancos terciarios, por estar asentados sobre un relieve accidentado; lo cual sugiere que puede tratarse de terciario removido.

Un segundo grupo de sedimentos más recientes, cuyo espesor varía de 5 a 15 m, corresponde a depósitos lacustres que son parte de un gran ambiente lagunar que se extendió desde el pie de la cordillera hasta el sistema serrano de la Sierra Pintada y al pie del área volcánica del cerro Nevado.

En la constitución de estos estratos lacustres participan, además de espículas de esponjas, diatomeas y algunos otros fósiles de agua dulce; arenas de diferente granulometría, algunos bancos de arcillas, y materiales volcánicos basálticos bajo la forma de arenillas de contornos irregulares,

El espesor conjunto de estos sedimentos cuartarios varía desde escasos metros en la zona de El Salto, donde se ubica la actual pantalla del dique, hasta alguna decena de metros, más en el centro del actual embalse.

De la observación superficial, surge indudablemente como el mejor terreno para asentar las obras el contiguo al dique, por aflorar o hallarse a escasa profundidad un complejo compacto de rocas cristalinas de la serie de El Nihuil, representadas por porfiritas (pórfiros cuarcíferos y graníticos) y sus correspondientes tobas.

3.2.9. Ubicación Bardas Blancas

En este paraje, donde el río Grande abandona la estrechura de su valle O-E y tuerce bruscamente hacia el S, se ha previsto la alternativa de dos ubicaciones sobre las terrazas aluviales con-

tiguas a la ruta nacional N°40, una en cada margen del río (Figura 6-17).

La primera ubicación preseleccionada, (T) se sitúa sobre la margen izquierda del río, donde éste abandona el abra de Bardas Blancas y cambia su rumbo hacia el S, en el lugar vecino al Puesto Muñoz,

La ubicación (T'), se hallaría sobre la margen derecha, aguas abajo de la primera y cercana a la Estancia Buschmann.

Ambas ubicaciones se hallan sobre los aluviones terrazados acumulados a la salida del Río Grande de su valle montaños, a lo cual también se suma el material aportado por los arroyos que esporádicamente bajan de las elevaciones circundantes.

Se hallan expuestas a la observación en las barrancas de baja altura que bordean el río, camadas de rodados, gravas y arenas de diverso tamaño, que forman las terrazas fluviales que a su vez se asientan sobre acumulaciones pleistocenas en las que cavó su cauce el río en esta zona de apertura del valle.

En la margen correspondiente a T, intervienen, además, materiales aportados desde el N y E por los arroyos Agua Botada y Butaló, con amplia participación de componentes volcánicos terciarios a recientes.

Similares son las condiciones imperantes en T' sobre la margen derecha del río Grande y la descarga del arroyo Lululén. Aquí es posible que las formaciones actuales se asienten sobre sedimentitas cretácicas.

Es difícil establecer el espesor de estos depósitos modernos, dado que apoyan sobre superficies labradas por erosión anterior a la depositación y que el conjunto se ha hundido a lo largo de un sistema de fallas meridionales que imprimen el actual curso del río a partir del Rincón del río Grande en Bardas Blancas.

Si bien las características del substrato han de ofrecer variantes en tramos relativamente cortos, las posibilidades de asentamiento de instalaciones nucleares como las proyectadas ofrecen condiciones razonablemente aceptables desde el punto de vista geológico.

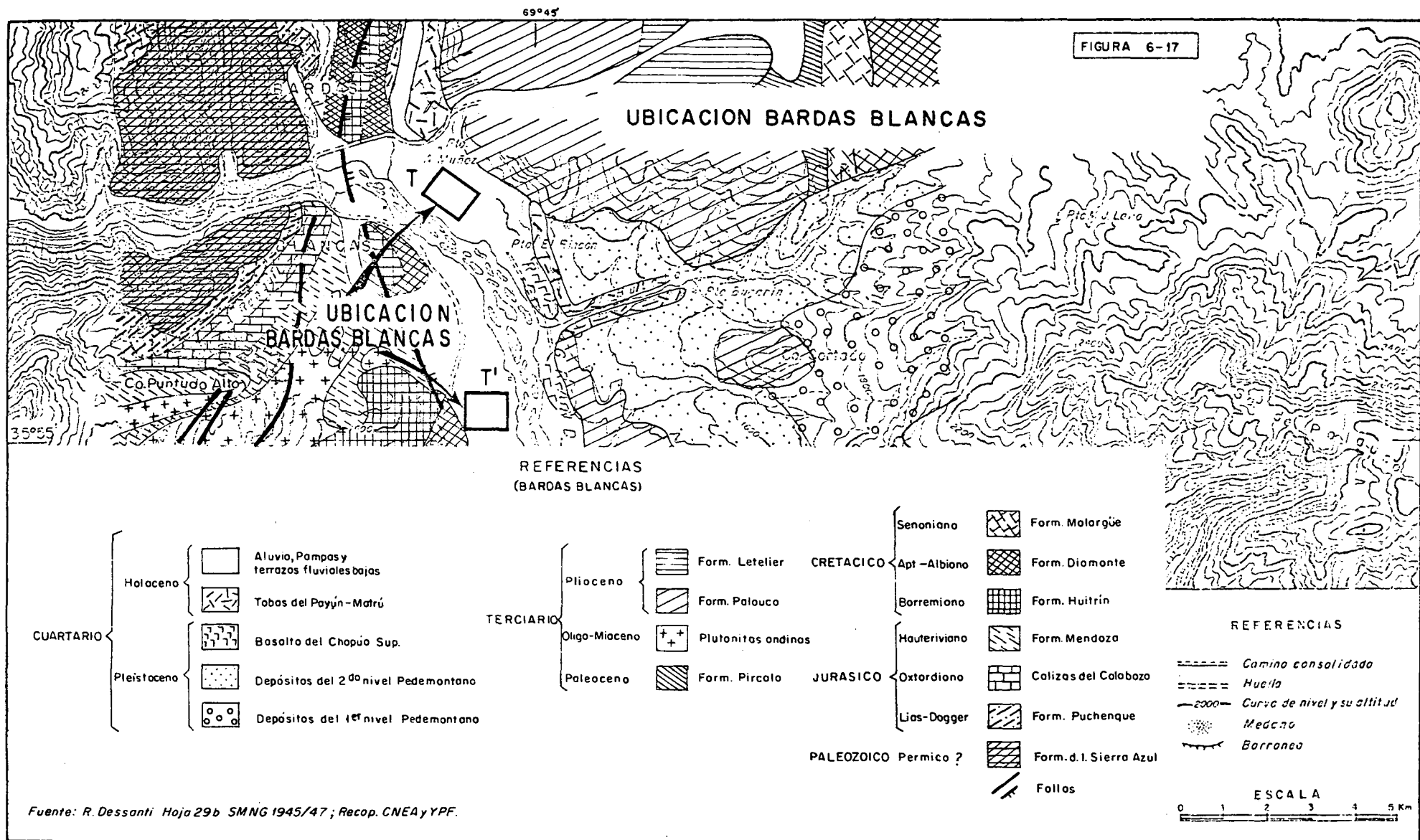
Una más precisa selección se podrá hacer, en caso de optarse por esta ubicación, luego de realizar el imprescindible estudio en detalle del área.

3.2.10 Conclusiones

Del análisis de la somera información disponible, se evidencia la escasez de datos referentes al primer centenar de metros del substrato en los distintos lugares preseleccionados. Por lo tanto, se ha intentado conjugar la información extraída de la bibliografía geológica regional y las observaciones superficiales realizadas durante el reconocimiento de las diferentes localizaciones.

A continuación se hace un cuadro resumen de las características geológicas de las ubicaciones consideradas, ordenándolas en forma decreciente, según la aptitud natural del suelo para el asentamiento de las instalaciones proyectadas.

En este cuadro, asimismo, se da la evaluación numérica de las ubicaciones en estudio para este factor, siguiendo la tabla dada anteriormente. Siendo iguales las condiciones del terreno, ya se trate de una o dos centrales, se asigna un valor para cada lugar.



<u>Ubicación</u>	<u>Características geológicas del substrato de apoyo</u>	<u>Aptitud natural para el asiento de la obra</u>	<u>Valor Numérico</u>
EL NIHUIL	Rocas cristalinas de alta compacidad y resistencia, prácticamente aflorantes en la zona del dique.	Buena	8
BARDAS BLANCAS VALLE DE UCO A.CONDARCO	Substrato compuesto de un apreciable manto de conglomerados, generalmente apoyados sobre capas de mayor competencia.	Aceptablemente buena	5
GALILEO VITALI TOPON DEL ATUEL	Substrato similar al grupo anterior, pero de mayor discontinuidad lateral y vertical.	Medianamente buena	3
EL CARRIZAL EMBALSE ULLUM	Terrenos en cuya composición alternan capas de componentés gruesos con espesor estratos limo-arcillosos compresibles y con importante contenido de sales y yeso.	Pobre	1

Esta clasificación se basa en las condiciones naturales inferidas en el subsuelo . Actualmente existen numerosos recursos técnicos para mejorar las condiciones del apoyo de fundaciones y adoptar el sistema que mejor se adecúe al problema que se pudiera plantear en cada caso. Por lo tanto, las limitaciones impuestas por las condiciones del subsuelo pueden ser superadas con obras de mayor magnitud.

3.3. Factor integración al Sistema Interconectado

La calificación de los lugares de emplazamiento con respecto a este factor se hace teniendo en cuenta sus distancias a Cruz de Piedra; provincia de Mendoza, por ser éste el lugar de conexión al Sistema Interconectado (Figura 6-18).

Dichas distancias se pueden clasificar en tres categorías las más alejadas por una parte, las de distancia intermedia, y en último lugar las cercanas a dicho centro de conexión

De acuerdo a ello se asignan los valores numéricos para las distintas ubicaciones.

Ubicaciones cercanas (Mendoza)	Alvarez Condarco	15 km	Valor 10
	El Carrizal	35 km	Valor 9
	Valle de Uco	90 km	Valor 7
Ubicaciones intermedias (San Juan y San Rafael)	Ullum	180 km	Valor 5
	Galileo Vitali	180 km	Valor 5
	Topón del Atuel	200 km	Valor 4
	El Nihuil	230 km	Valor 3
Ubicaciones lejanas (Extremo S)	Bardas Blancas	330 km	Valor 1

3.4. Factor Infraestructura

3.4.1. Generalidades

Este factor se ha dividido para su estudio en los siguientes aspectos: accesos y transporte, comunicaciones, suministros esenciales, disponibilidad de mano de obra y materiales, y equipamiento industrial.

3.4.2. Accesos y Transporte

Se hace aquí un análisis particular de las facilidades de acceso y transportes, en función de los emplazamientos preseleccionados.

Se entenderá por acceso, toda vía de comunicación que permita la incorporación o evacuación de personas o muebles, a o de un lugar determinado, utilizando al efecto elementos de transporte de uso corriente.

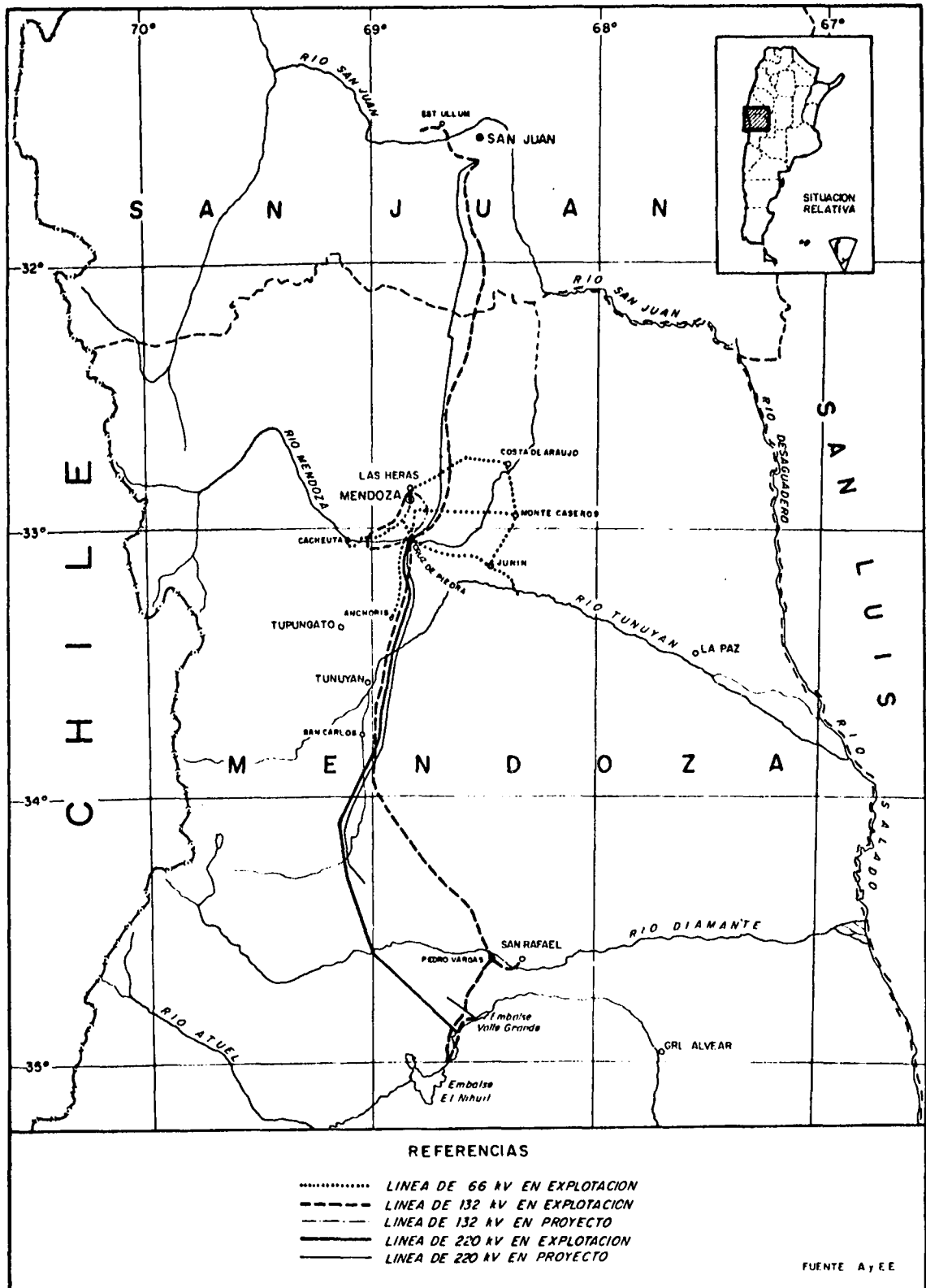
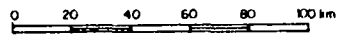
Las provincias de San Juan y Mendoza cuentan con una red de caminos, simple y muy eficaz, que enlaza los diferentes centros habitaciones y productores.

Ambas provincias poseen la característica de tener muy polarizados los referidos núcleos de población, en correspondencia con los oasis ya mencionados . .

Hay en Mendoza una tendencia a extender las áreas productoras hacia el S de la ciudad capital y departamento vecinos; aparecen así una zona central (Tunuyán, Tupungato) y una zona S (San Rafael, Gral. Alvear, Malargüe). Para unir esos tres oasis y el de San Juan el Gobierno Nacional ha ejecutado un sistema de ruta longitudinal por el centro de las provincias (rutas nacionales N° 143 y N° 40) que son la columna vertebral del transporte cuyano. Independientemente del nexo local, las antedichas rutas y las rutas nacionales N° 7 y N° 188 representan el enlace con las provincias limítrofes y con el resto de la red vial nacional. En efecto, la ruta nacional N° 7 accede desde la ciudad de San Luis a

SISTEMA INTERCONECTADO EN LA REGION DE CUYO

ESCALA



la capital de Mendoza y la N° 188 desde la provincia de San Luis a la ciudad de General Alvear. Transversalmente las provincias se comunican mediante rutas que invariablemente cruzan o se unen a las mencionadas rutas troncales; por ejemplo: la ruta nacional N° 144 y las provinciales N°150, 165, 156, 171, etc.

Si bien el uso del ferrocarril ha quedado circunscripto a carga o bien al movimiento de pasaje con la metrópoli, permite por su extensión en kilómetros, tener en cuenta este medio de comunicación como uno de los posibles.

La escasez de aeródromo, solamente cuatro en el área cuyana, no hacen del avión un medio de transporte local habitual; aunque no descartable si se lo ciñe a sus reales posibilidades.

Las características de los ríos del área, de montaña, con cauces sinuosos y rocosos, los elimina como facilidad de acceso.

Para una mejor comprensión del análisis de los accesos a los lugares preseleccionados, se indica en la Figura 6-19 la distribución de la red caminera y ferroviaria y la ubicación de los aeródromos de la región cuyana.

A continuación se analizan los accesos camineros, ferroviarios y aéreos en forma independiente.

3.4.2.1. Red caminera

La descripción de la red caminera se hace según el siguiente esquema:

- a) Enumeración y breve comentario sobre las rutas nacionales existentes de acceso al área cuyana desde: Capital Federal, San Nicolás y Bahía Blanca, eventuales puertos de desembarco de los grandes componentes de la central nuclear.

- b) Descripción de las principales rutas nacionales dentro de Cuyo.
- c) Descripción de rutas provinciales en el área cuyana que por su extensión o trazado pueden interesar como alternativa en un estudio más profundo.
- d) Análisis de las posibilidades de acceso a cada localización.
- e) Cuadros comparativos de distancias por rutas.
- a) Rutas Nacionales desde los puertos

La ruta nacional N°7 vincula a la Capital Federal con la capital de la provincia de Mendoza. La distancia entre ambas ciudades por esta ruta es de 1.040 km.

Esta ruta en su trazado atraviesa las provincias de: Buenos Aires, Santa Fé, Córdoba, San Luis y finalmente Mendoza hasta el macizo Andino, como vía de comunicación con la República de Chile. Varias ciudades de importancia jalonan el camino (Carmen de Areco, Chacabuco, Junín, Vedia, Laboulaye, Mercedes, San Luis, La Paz, Santa Rosa, San Martín y Mendoza). La ruta está pavimentada en su totalidad y tiene un tránsito constante de vehículos de carga y pasaje.

Para las grandes cargas, es notorio el inconveniente que presenta el distrito capitalino y el aglomerado bonaerense así como el cruce de algunas de las poblaciones mencionadas anteriormente.

La capacidad portante de la ruta y las dimensiones de las obras de arte deberán verificarse para conocer sus límites con respecto al transporte de cargas pesadas y voluminosas.

La ruta nacional N°188 une el puerto litoraleño de San Nicolás de los Arroyos con la ciudad de General Alvear en la provincia de Mendoza. Son 763 km de ruta pavimentada que posee las mismas características fundamentales de la ruta nacional N°7, en menor escala en lo que refiere a inconvenientes por densidad de

tránsito y cruce de poblaciones, dado que en las provincias de La Pampa y San Luis, desde Gral.Villegas en la Provincia de Buenos Aires hasta Gral Alvear en la provincia de Mendoza, la única población de importancia es Realicó.

Esta ruta cruza a la ruta nacional N°7 en la ciudad de Junín, permitiendo de esa manera una combinación de ambas para el trazado del itinerario según el origen y destino de las cargas.

La ruta nacional N°35, que desde Bahía Blanca se dirige hacia el N, corta a la ruta nacional N°188 aproximadamente a 500 km de Bahía Blanca en las cercanías de Realicó (límite de las provincias de Córdoba y La Pampa) y aproximadamente a 630 km cruza a la ruta nacional N°7 en la ciudad de Vicuña Mackenna. Tiene tránsito habitual de camiones y vehículos de pasajeros: está totalmente pavimentada y solamente cruza a la ciudad de Santa Rosa, capital de la provincia de La Pampa.

El enlace entre Bahía Blanca y Cuyo descripto precedentemente se refiere a las rutas nacionales pavimentadas. Existe además la posibilidad de unir directamente a Bahía Blanca con el S de la provincia de Mendoza, utilizando las siguientes rutas:

Ruta nacional N°35 (pavimentada) desde la ciudad de Bahía Blanca hasta la población bonaerense Valle Argentino; total del tramo 252 km.

Ruta nacional N°152 (pavimentada) desde Valle Argentino hasta la población pampeana El Carancho; total del tramo 71 km.

Ruta de la provincia de La Pampa N°21, (camino de tierra) desde El Carancho hasta Chacharramendi; total del tramo 54 km.

Ruta de la provincia de La Pampa N°20, (camino de tierra) desde Chacharramendi hasta Agua Escondida en el límite con la provincia de Mendoza; total del tramo 307 km.

El total desde Bahía Blanca hasta Agua Escondida es de 684 km.

b) Rutas nacionales en Cuyo

La ruta nacional N°40 corre paralela a la cordillera de Los Andes, desde la población de Tinogasta en la provincia de La Rioja hasta su encuentro con la ruta nacional N°237, en la provincia de Neuquén.

En el tramo comprendido entre la capital de la provincia de San Juan y la población de Bardas Blancas, la ruta nacional N°40 presenta las siguientes características:

Entre la capital sanjuanina y su similar de la provincia de Mendoza, se extienden 166 km. Es un camino pavimentado y llano que no atraviesa poblados, solamente hay dos villas de importancia (Media Agua y Aberastain) ubicadas a la vera del camino en los 78 km que corresponden a la provincia de San Juan, y el cruce del conurbano NE de la ciudad de Mendoza, representado por el departamento de Las Heras.

Para el transporte de grandes bultos deberán estudiarse detenidamente los accesos a ambas capitales y la capacidad portante del camino.

Desde la ciudad de Mendoza hasta la población de Pareditas, donde encuentra a la ruta nacional N°143, el tramo (122 km) es de camino pavimentado y llano que no presenta inconvenientes serios al transporte común. En relación con el transporte de cargas extraordinarias, es notorio el obstáculo que representa la densidad urbana del distrito capitalino, donde están incluídos los departamentos Godoy Cruz y Luján, a través de los cuales pasa la ruta. Debe tenerse en cuenta muy especialmente, el daño a ocasionar en la forestación clásica de las rutas mendocinas en los accesos a poblados, donde la arboleda forma verdaderos túneles; así como la necesidad de un estudio detallado de las obras de arte (puentes angostos, alcantarillas, badenes) y curvas que presenta el camino.

Desde la población de Pareditas hasta la población El Sosneado (157 km), la ruta es de tierra y en gran parte está trazada en la precordillera con las características propias de camino de montaña. Además cruza una zona desértica con ausencia de servicios de apoyo, excepto el puesto de Gendarmería de La Jaula.

Entre las poblaciones El Sosneado y Malargüe se extienden aproximadamente 50 km de la ruta nacional N°40, totalmente pavimentada y por terreno llano. Tienen la misma característica desértica del tramo anterior, con la presencia de campamentos y pozos de Y.P.F. y de un puesto de Gendarmería en la zona. Deberán verificarse las obras de arte sobre los ríos Atuel y Salado.

La parte de ruta de Malargüe a Bardas Blancas (65 km), está trazada en las laderas de los cerros Chihuido y Butaló; por esta circunstancia presenta un desarrollo sinuoso, con curvas cerradas, fuertes pendientes, y en el invierno las nevadas la hacen resbaladiza. No obstante se observa un tránsito regular de camiones pesados que vinculan las provincias de Neuquén y Mendoza. El obstáculo más destacado es el tramo llamado Cuesta de la Virgen.

Para la obra del dique que formará el embalse Agua de Toro, se construyó un nuevo tramo de la ruta nacional N°40 entre la población de Pareditas y el futuro embalse. Dicho tramo de ruta mejorada, posee una extensión actual de 94 km. Sería posible extenderlo aproximadamente 40 km más pasando por sobre el coronamiento del dique, a los efectos de enlazar la nueva ruta nacional N°40 con la ruta nacional N°144 en las proximidades de Salinas del Diamante. Esta solución permitiría reemplazar el tramo Pareditas-El Sosneado, por la nueva ruta nacional N°40 con el agregado del tramo de ruta nacional N°144 entre Salinas del Diamante y El Sosneado (66 km aproximadamente). La suma de los kilometrajes parciales para esta variante, da un total de

200 km, que exceden en 43 km a la original.

La ruta nacional N°144 se extiende desde la ciudad de San Rafael, hasta su encuentro con la ruta nacional N°40 en las inmediaciones de la población El Sosneado. Son 130 km aproximadamente de ruta pavimentada, en su mayor parte sobre terreno llano o levemente ondulado y no existen poblaciones de importancia.

Es de destacar el cruce de la Sierra Pintada conocido como Cuesta de Los Terneros, obstáculo natural que encuentra la ruta N°144 en su trazado y por el cual adquiere las características de camino de montaña (curvas cerradas, cajones en cortos tramos y fuertes pendientes) en un tramo de 5 km.

La ruta nacional N°144 encuentra a la N°143 en el kilómetro 664 y continúa desde ese punto, con amojonamiento en progresión ascendente hasta su encuentro con la ruta nacional N°40 en el mojón 794.

La ruta nacional N°143 comienza en la población pampeana de Larroudé (en el límite de la provincia de Córdoba), a los 2 km tiene su primer encuentro con la ruta nacional N°188 y continúa hasta la ciudad de Gral. Alvear en la provincia de Mendoza, haciendo el cruce de la provincia de La Pampa por su parte N.

Desde Gral. Alvear, en donde se encuentra por segunda vez con la ruta nacional N°188, va hacia el N, siempre en territorio mendocino hasta encontrarse con la ruta nacional N°40 en la localidad de Pareditas. El tramo de camino entre Gral. Alvear y Pareditas es el que interesa a los efectos del presente análisis.

Se pueden considerar dos parciales con características propias bien definidas, a saber:

- 1) El parcial de ruta entre las ciudades de Gral. Alvear y San Rafael.
- 2) El parcial entre San Rafael y Pareditas.

El primero, es un tramo de camino totalmente pavimentado, que comienza al final de la zona urbanizada de Gral. Alvear en correspondencia con el mojón 582 de la ruta nacional a la que pertenece y termina en las afueras de la ciudad de San Rafael en el encuentro de las rutas nacionales N° 143 y 144 (en el km 664). La parte correspondiente al ejido urbano de dichas ciudades (especialmente San Rafael) deberá ser analizada detenidamente para el transporte de grandes elementos por la presencia de obstáculos naturales y de obras de diferente tipo.

Existe la posibilidad de evitar el cruce de la ciudad de San Rafael utilizando las rutas nacionales N° 144 y provincial 150, con el camino de enlace entre ambas que pasa por sobre el dique Galileo Vitali.

El trazado de los 82 km entre los extremos del primer parcial es por terreno llano, cruzando poblados dedicados a la horticultura y como consecuencia de ello, con obras de arte o mejoras municipales.

El segundo tramo a considerar de la ruta nacional n° 143, se extiende entre Las Paredes, ubicada aproximadamente en el km 682 correspondiente al área suburbana N de San Rafael, y Pareditas, ubicada aproximadamente en el km. 777 de la ruta nacional n° 143 y final de la misma por empalme a ruta nacional n° 40. Este tramo de ruta se desarrolla por zona desértica, sin obstáculos destacables y en muy buenas condiciones. Solamente entre Pareditas y Eugenio Bustos se encuentran algunos puentes, badenes y arbolamiento raro.

c) Rutas provinciales en Cuyo.

La ruta provincial n° 186 continúa a la provincial pampeana n°20 desde la población limítrofe de Agua Escondida, hasta encontrarse con la ruta nacional n°40 en el km 350 (cerro Chihuido). Desde Agua Escondida a Pto. Los Perales hay 64 km de huella no relevada, entre este último punto y cerro Chihuido se extienden 86 km de camino consolidado; total 150 km.

La importancia de esta ruta radica en la posibilidad de conectar Bahía Blanca con el S de la provincia de Mendoza. En el caso de la ubicación Bardas Blancas hay un acortamiento de distancia por ruta, del orden de los 200 km.

La ruta provincial n°184 es una huella de 196 km entre las poblaciones de Malargüe y Soitué, cercana a Gral. Alvear, y continúa 6 km más hasta su encuentro con la ruta provincial n°202, prolongación de la nacional n°188. En su desarrollo pasa por la Sierra del Nevado, lagunas y salinas de Llancanelo, río Salado y arroyo Chacay, a través de zonas despobladas.

La ruta provincial n°173 permite el acceso a El Nihuil desde la mencionada población pampeana de Agua Escondida y por lo tanto desde Bahía Blanca; con el beneficio del acortamiento de distancia ya destacado para la ruta provincial n°186 y la ausencia de inconvenientes urbanos. Un estudio técnico-económico permitirá evaluar la conveniencia de su uso.

La ruta provincial n°179 conecta la población Agua Escondida en el límite con la provincia de La Pampa, con la ruta nacional n°143 en las cercanías de la población Salto de Las Rosas. Su trazado de N a S es paralelo al de la ruta provincial n°173, pero del lado oriental de la Sierra del Nevado.

Desde el encuentro con la ruta nacional n°143 hasta después de la población Médanos son aproximadamente 20 km de pavimento. Siguen 30 km de camino de tierra y 140 km aproximadamente de huella, hasta llegar a Agua Escondida.

La ruta provincial n°175 es un enlace de 20 km entre las rutas provinciales n°173 y n°179. Está pavimentada totalmente y no tiene inconvenientes que afecten al tránsito.

La ruta provincial n°180 comienza en la ruta nacional N° 144 y se encuentra con la ruta provincial n°173 en la población El Nihuil . Tiene una extensión de 21 km totalmente pavimentados y está trazada en terreno llano y sin obstáculos.

La ruta provincial n°171 de reciente construcción, es un camino totalmente pavimentado y recto, sin ningún tipo de obstáculos al tránsito, que se extiende desde Real del Padre hasta Monte Comán, cubriendo 51 km. Presenta la ventaja de poder conectarse a las rutas provinciales n°154, n°156, n° 160 y n°165, de acceso NE a la ciudad de San Rafael, con mayores posibilidades para el cruce del río Diamante.

Se recomienda analizar la posibilidad de la extensión de la ruta en ambos extremos, para reemplazar el tramo de ruta nacional n°143 entre Bowen y Las Paredes, soslayando las ciudades de General Alvear y San Rafael.

d) Análisis de los accesos a las ubicaciones en estudio.

Las distancias parciales y totales desde los puertos de Buenos Aires, San Nicolás de los Arroyos y Bahía Blanca, hasta las ubicaciones en estudio, se dan en las Tablas 6-3, 6-4 y 6-5.

Ubicación Ullum. (Figura 5-4)

A Ullum se llega directamente desde la capital de San Juan por 20 km de camino pavimentado en perfectas condiciones, con algunas pendientes prolongadas pero suaves y con el único inconveniente para el transporte de cargas extraordinarias, del cruce de la zona poblada capitalina. Para reducir esos inconvenientes existe la posibilidad de desviarse de la ruta nacional n°40 a la altura de la localidad de Aberastain y seguir por el camino vecinal a la población Rivadavia, para arribar a Ullum luego de recorrer aproximadamente 35 km. La ruta es pavimentada y si bien tiene el mismo tipo de dificultades mencionadas, el número de obstáculos es menor. El enlace con la capital de Mendoza, se hace por medio de la ruta Nacional n°40, con un total de 166 km que en el caso del desvío por Aberastain se reduce en 16 km.

TABLA 6-3

DISTANCIA DESDE EL PUERTO DE BUENOS AIRES A LAS UBICACIONES, POR DISTINTOS CAMINOS

(km)

UBICACIONES	Variante	Rutas Nacionales N°						Rutas Provinciales N°																				Total			
		7	7	40	143	144	188	Mendoza																			San Juan				
								1	3	4	16	60	61	62	65	67	71	82	83	92	150	173	175	179	180	184	S/N		14	S/N	
Ullum	1	1058		166																									20		1244
	2	1058		150																									15	20	1243
Alvarez Condarco	1	1058	14	18														7													1097
	2	1059	14																19												1092
	3	1044	14	12				3	2	7								7													1089
El Carrizal	1	1024											34																		1058
	2	1016											13		25																1054
	3	1009										5	13		17	7															1051
	4	993										23	13		17		4														1050
	5	993											6	37		5	13														1054
	6	1058		36								19	14																		1127
	7	265		90	196		598					19	14																		1182
Valle de Uco	1	1058		80																											1181
	2	1058		100																26										17	1187
	3	265		22	196		598													12										17	1110
Galileo Vitali	1	265			101		598														10									2,5	976,5
	2	265			83	7	598																							8,5	961,5
Topón del Atuel	1	265			62		598																								955
	2	265			83	2	598															15		20	10						963
	3	265			80		598																								956
	4	265			65		598																								950
El Nihuil	1	265			83	44	598																								1011
Bardas Blancas	1	265		116	83	130	598																								1192
	2	265		65			610																								1142

TABLA 6-4

DISTANCIA DESDE EL PUERTO DE SAN NICOLAS DE LOS ARROYOS A LAS UBICACIONES, POR DISTINTOS CAMINOS

(km)

UBICACIONES	Variante	Rutas Nacionales Nº						Rutas Provinciales Nº																						
								Mendoza																				San Juan		
		7	Variante 7	40	143	144	188	1	3	4	16	60	61	62	65	67	71	82	83	92	150	173	175	179	180	184	S/N	14	S/N	Total
Ullum	1	793		166			165																					20		1144
	2	793		150			165																				15	20	1143	
Alv. Condarco	1	793	14	18			165											7												997
	2	794	14				165												19											992
El Carrizal	3	779	14	12			165	3	2	7								7												989
	1	759					165						34																	958
	2	751					165						13		25															954
	3	744					165					5	13		17	7														951
	4	728					165					23	13		17		4													950
	5	728					165						6	37		5	13													954
	6	793		36			165				19		14																	1027
	7			90	196		763				19		14																	1082
Valle de Uco	1	793		80			165													26										1081
	2	793		100			165													12								17		1087
	3			22	196		763													12								17		1010
	1				101		763														10							17		876,5
Galileo Vitali	2				83	7	763																					2,5		861,5
	1				62		763																					8,5		855
Topón del Atuel	2				83	2	763															15		20	10					863
	3				80		763																							856
	4				65		763																							850
	1				83	44	763																					8		911
El Nihuil	1				83	44	763																							911
	1			116	83	130	763																			21				1092
Bardas Blancas	2			65			775																					202		1042

TABLA 6-5

DISTANCIA DESDE EL PUERTO DE BAHIA BLANCA A LAS UBICACIONES, POR DISTINTOS CAMINOS

(km)

[illegible]

Ubicación Alvarez Condarco (Figura 5-15)

Deberá indefectiblemente usarse la ruta a Cacheuta (variante ruta nacional n°7) desde su encuentro con las rutas provinciales n°82 y n°83. Son 14 km de camino mejorado en buenas condiciones y en parte pavimentado, pero de montaña, con accidentes a salvar de cierta importancia (curvas cerradas, túnel, pendientes pronunciadas, etc.).

La variante para poder salvar las dificultades antes mencionadas, sería el uso de un camino de tierra que saliendo de las inmediaciones de Perdriel bordea la margen S del río Mendoza y se une a la variante de la ruta nacional n°7 después de Cacheuta.

No obstante esta referencia, es conveniente destacar la posición poco favorable para el acceso desde los centros capitalinos o de desembarco, por cuanto siempre debe pasarse por centros densamente poblados.

Ubicación El Carrizal. (Figura 5-23)

El Carrizal es una ubicación de fácil acceso, por cuanto se puede llegar a la misma desde la ruta nacional n°40 en la localidad de Ugarteche usando las rutas provinciales n°16 y n°61, o bien desde la ruta nacional n°7 usando la mencionada provincial n°61. Como variantes se pueden utilizar la ruta provincial n°61 completada con la n°65; o también reemplazar el tramo de ruta provincial n°65 entre San Martín y Junín utilizando parte de las rutas provinciales n°60 y n°67 o las n°60 y n°71.

En el caso de elegirse la marge E del embalse, hay que tener en cuenta las posibilidades de acceso desde la ruta nacional n°7, usando las provinciales n°71, n°62, n°67 y n°62 nuevamente.

Se detallan a continuación los kilometrajes de cada solución desde las rutas principales hasta la ubicación y los acortamientos de distancia de la ruta nacional n°7 de cada solución:

- 1) Por ruta n°61 desde la ruta n°7, distancia aproximada 34 km.
- 2) Por rutas n°65 y n°61 desde la ruta n°7, distancia aproximada 38 km. (el recorrido por la ruta n°7 se acorta 8 km).
- 3) Por rutas n°67, n°60, n°65 y n°61, desde la ruta n°7, distancia aproximada 42 km, (el recorrido por la ruta n°7 se acorta 15 km).
- 4) Por rutas n°71, n°60, n°65 y n°61, desde la ruta n°7, distancia aproximada 57 km (el recorrido por la ruta n°7 se acorta 31 km).
- 5) Por rutas n°71, n°62, n°67, n°62 y n°61, desde la ruta n°7, distancia aproximada 61 km.
- 6) Por rutas n°16 y n°61, desde la ruta n°40, distancia aproximada 33 km. No hay acortamiento.

Las soluciones 1) a 5) son posibilidades a ser analizadas en oportunidad de la elección del lugar. Todas ellas son rutas provinciales pavimentadas, trazadas en el valle del río Tunuyán y por lo tanto por terreno llano; solamente se puede destacar la densidad de población agrícola, las líneas de distribución de corriente o de alumbrado y las forestaciones locales que condicionan el transporte de grandes cargas. Las soluciones 2), 3) y 4), por otra parte, atraviesan núcleos urbanos importantes como Rivadavia, Junín y San Martín.

La solución 6) no tiene en forma tan marcada los inconvenientes de las anteriores, pero queda relegada para la conexión con la capital de Mendoza, Luján de Cuyo o Tunuyán, por cuanto es notoria la supremacía del acceso desde los puertos por la ruta nacional n°7 y no es necesario hacerlo desde el S de la provincia, usando las rutas nacionales n°188, n°143 y n°40.

Para una conexión más directa con la capital mendocina, existe la posibilidad que brindan las rutas provinciales n°61, n°14 y n°2, que deberá ser analizada oportunamente.

Ubicación Valle de Uco. (Figura 5-16)

A la ubicación Valle de Uco se puede llegar desde la ruta nacional n °40, por dos recorridos distintos. En efecto, la población Campo Los Andes se conecta por medio de rutas pavimentadas con las poblaciones de San Carlos y Tunuyán, que se encuentran sobre la ruta nacional N°40. Desde Campo Los Andes hasta la presa de Valle de Uco, hay un sólo camino destinado a las obras del dique Los Blancos. Es una ruta llana, amplia y pavimentada.

El acceso a Campo Los Andes hasta la presa de Valle de Uco, hay un sólo camino destinado a las obras del dique Los Blancos. Es una ruta llana, amplia y pavimentada.

El acceso a Campo Los Andes por Tunuyán representa un recorrido de 26 km, desde San Carlos son 12 km. Ambos caminos son llanos y cómodos para el transporte ordinario, pero presentan la dificultad de atravesar zonas muy cultivadas y pobladas, con los inconvenientes derivados de esta circunstancia para cargas extraordinarias (red eléctrica, alumbrado, árboles, cruce de zona urbana, etc.).

Ubicación Galileo Vitali (Figura 5-33)

Por su situación entre las rutas nacionales N°143 y N°144 se puede llegar a la ubicación desde cualquiera de ellas.

En la ruta N°143 en correspondencia con la localidad de Las Paredes nace la ruta provincial N°150 que pasa por la población 25 de Mayo. Siguiendo esta ruta, 2 km después de la población mencionada, se abre una ruta de enlace entre la nacional N°144 y la provincial N°150, que concreta el acceso por ambos extremos del dique Galileo Vitali.

La ruta provincial N°150 es una ruta llana (excepto una sola pendiente pronunciada), amplia y sin inconvenientes de luz de paso, pero que es cruzada repetidas veces por líneas eléctricas de transmisión y de distribución, además de cruce de las seis cuadras céntricas de la población 25 de Mayo,.

La ruta de enlace entre la nacional N°144 y la provincial N°150, de 11 km de extensión, está totalmente pavimentada, pero tiene curvas en pendiente que hacen difíciles algunos tramos.

Ubicación Topón del Atuel (Figura 5-36)

El área de la ubicación Topón del Atuel coincide prácticamente con el encuentro de las rutas provinciales N°173 y N°175 por esa razón se puede llegar a la mencionada ubicación por cualquiera de ellas. La ruta provincial N°173 se encuentra con la ruta nacional N°144 en las proximidades de la ciudad de San Rafael. A su vez, la ruta provincial N°175 en su trazado de 20 km de extensión, encuentra a la ruta provincial N°179 y a caminos vecinales que son los nexos posibles entre la ruta provincial N°175 y la ruta nacional N°143.

Todos estos caminos cruzan zonas de quintas y por lo tanto tienen obras de arte de las facilidades de riego y árboles que bordean las rutas, o son cruzadas por líneas eléctricas de distribución y alumbrado. Por ese motivo deberán ser estudiados detalladamente a los efectos del transporte de cargas voluminosas o pesadas.

Ubicación El Nihuil (Figura 5-36)

El acceso habitual se realiza por la ruta nacional N°144 y la provincial N°180 hasta la margen N del embalse. A la margen S de El Nihuil se llega por las rutas provinciales N°173 y N°184.

Ubicación Bardas Blancas (Figura 5-47)

El acceso se hace por la ruta nacional N°40 o provinciales N°186 y N°184, siendo éstas las únicas posibilidades.

3.4.2.2. Red Ferroviaria

Tres ferrocarriles atienden el área cuyana: el Ferrocarril General Belgrano (F.C.G.B.), el Ferrocarril General San Martín (F.C.G.S.M.) y el Ferrocarril Domingo Faustino Sarmiento (F.C.D.F.S.) Todos ellos comunican Cuyo con Buenos Aires.

A la provincia de San Juan llega un ramal del F.C.G.B. derivado de la línea principal que va a La Rioja, Catamarca y Tucumán, en la localidad de Serrezuela (provincia de Córdoba) y que termina en la ciudad capital de la provincia. De dicho ramal y en correspondencia con las localidades de Pié de Palo y Coll, nacen dos derivaciones que se extienden hacia el S y hacia el N respectivamente; la primera es la línea férrea del F.C.G.B. que conecta a la capital de San Juan con la de Mendoza y la segunda recorre todo el centro de la provincia de San Juan hasta San José de Jáchal. Esta última es conveniente tenerla presente oportunamente, por cuanto en su trazado pasa por las inmediaciones del dique Ullum (aproximadamente 6 km) y hay en ese punto instalaciones fijas del tipo "embarcadero". Los restantes ramales del F.C.G.B. en la provincia de San Juan, parten de la estación capitalina, son de poca extensión, y sirven fundamentalmente al movimiento agropecuario.

En la provincia de Mendoza el F.C.G.B. sólo tiene un ramal principal que comienza en la estación de Mendoza. Su trazado se extiende primero hacia el S y a partir de la estación Paso de Los Andes se orienta hacia el O, para atravesar finalmente la cordillera de Los Andes y servir de nexo ferroviario con Chile.

La mayor parte del trazado del ramal mencionado anteriormente, es paralelo al río Mendoza o a la variante de la ruta nacional N°7, y la estación Alvarez Condarco está en el área de la ubicación homónima. Un ramal secundario empalma la estación Paso de Los Andes del F.C.G.B. con el F.C.G.S.M. en la proximidad de la parada C. de Tucumán.

En cuanto al F.C.G.S.M., llega a San Juan desde Mendoza con un ramal que permite la comunicación directa de la capital de la provincia con la Capital Federal; las dos derivaciones de este ramal dentro del área suburbana de la capital sanjuanina son una facilidad para la actividad agrícola, sin importancia a los efectos del presente estudio.

En Mendoza en cambio, el F.C.G.S.M., tiene ramales que pasan o terminan cerca de la mayor parte de las ubicaciones. En efecto, la línea principal del F.C.G.S.M., que empieza en la Capital Federal y se extiende hacia el O, se bifurca en la localidad de Rufino (provincia de Santa Fe), dando lugar a dos ramales diferentes, que llegan ambos a la provincia de Mendoza luego de cruzar las provincias de Córdoba y San Luis. Uno de ellos lo hace directamente a la capital de Mendoza (ramal N) y el otro (ramal S) a la localidad de Monte Comán, que es el nudo ferroviario del S mendocino.

El ramal N, por derivaciones, se extiende lateralmente en el área de los departamentos vecinos a la capital de Mendoza, conforme al siguiente detalle:

- a) En la estación Palmira comienza el desvío que en su trazado cruza el departamento de Junín, pasando por las localidades de: Rodríguez Peña, Medrano y Andrade para terminar en la localidad de Philipps. La localidad de Medrano se halla aproxi-

madamente a 17 km por ruta pavimentada del dique El Carrizal.

- b) En la estación de la capital de Mendoza comienza un ramal hacia el S de la provincia paralelo a la ruta nacional N°40. Este ramal termina en la población de Eugenio Bustos después de pasar por varias estaciones, entre las que se encuentran las de Ugarteche y Campo Los Andes, a aproximadamente 28 km y 15 km respectivamente de las ubicaciones El Carrizal y Valle de Uco, por rutas pavimentadas.
- c) Un ramal derivado a su vez del anterior y que se extiende desde Luján de Cuyo a Maipú, sirve de puente ferroviario entre el ramal N y la derivación a Eugenio Bustos.

A su vez, el ramal S de la línea principal, tiene las siguientes derivaciones:

- a) Ramal de Monte Comán a Gral. Alvear donde empalma con el F.C. D.F.S.
- b) Ramal de Monte Comán a Jaime Prats, localidad cercana a Gral. Alvear.
- c) Ramal de Monte Comán a P.Vargas, pasando por las localidades de R.Iselin, Goudge, Salto de las Rosas, Rincón del Atuel y Rama Caída. La estación Rincón del Atuel se encuentra aproximadamente a 5 km por camino pavimentado de la ubicación Topón del Atuel y la estación P.Vargas a 15 km por camino pavimentado de la ubicación Galileo Vitali.
- d) Prolongación del ramal S desde Monte Comán hasta hacia el N, donde empalma en la estación Las Catitas con el ramal N. En esa prolongación se encuentra la estación Guadales, de donde se deriva un ramal a la ciudad de San Rafael que termina en P. Vargas.
- e) En la estación P.Vargas, comienza un ramal que en su trazado pasa por la estación El Nihuil cercana a la ubicación del mismo nombre y termina en la ciudad de Malargüe a 65 km de la

ubicación Bardas Blancas por camino pavimentado.

De la descripción precedente se desprende que los ramales interesantes para las ubicaciones del S de Mendoza, son los mencionados en c), d), y e).

El F.C.D.F.S., con origen en la Capital Federal, termina en la ciudad de Soitué, cercana a la ciudad de General Alvear en el S de Mendoza. Por su lejanía a las ubicaciones no representa gran utilidad.

3.4.2.3. Aeródromos

En el área Cuyo, hay solamente cuatro aeródromos, uno de los cuales corresponde a San Juan y los tres restantes a Mendoza.

El aeródromo de San Juan está ubicado aproximadamente a 12 km al SE de la capital de la provincia y aproximadamente a 40 km, por rutas pavimentadas, de la ubicación Ullum.

El aeródromo El Plumerillo, el cual centraliza prácticamente todo el movimiento comercial de Mendoza, se encuentra aproximadamente a 8 km al NE de la capital mendocina y su distancia por rutas pavimentadas a las ubicaciones más cercanas, la de Alvarez Condarco y la de El Carrizal, es de aproximadamente 50 km y 75 km respectivamente, por rutas pavimentadas.

A las restantes ubicaciones la distancia por las rutas descriptas en la red caminera de Mendoza, desde el Plumerillo, es prácticamente la de las ubicaciones a la capital mendocina.

El aeródromo de San Rafael está ubicado aproximadamente a 8 km al O de la ciudad de San Rafael y por su cercanía a las localizaciones de Galileo Vitali, Topón del Atuel y El Ni-huil, es el campo de aterrizaje más accesible a las mencionadas

ubicaciones, si bien las posibilidades de sus instalaciones limitan la operación con aviones comerciales. La distancia del campo de aterrizaje a la ubicación más alejada de las mencionadas anteriormente (El Nihuil), no supera los 60 km por camino pavimentado.

El tercer campo de aterrizaje de la provincia de Mendoza es el de Malargüe, aledaño a la ciudad del mismo nombre y por lo tanto aproximadamente a 65 km de la ubicación Bardas Blancas. El campo tiene solamente instalaciones básicas y está muy condicionado por los factores meteorológicos.

3.4.2.4. Transporte

En toda el área cuyana se cuenta con servicios de transporte de pasajeros y cargas por automotor, ajustados a las necesidades de cada zona. Todas las mejoras en cantidad y tipo de transporte emergentes de la instalación de una central nuclear son posibles, quedando supeditadas solamente al interés de los prestatarios.

En el transporte ferroviario rige la misma premisa, por cuanto Ferrocarriles Argentinos mantiene los servicios indispensables a las necesidades actuales. Una adecuación de los servicios al tránsito que demanda una central nuclear es solamente viable, en principio, para los servicios de pasaje y cargas comunes por cuanto la eventual modificación de los ramales para el transporte de cargas extraordinarias deberá ajustarse a la política ferroviaria.

En relación con el transporte aéreo, en la actualidad, solamente los aeródromos de El Plumerillo y San Juan operan en tránsito comercial con uno o más servicios diarios por diferentes líneas aéreas. La prolongación de servicio ordinario o la contratación de servicios especiales a los restantes aeródromos del área,

está condicionada técnica y económicamente por las características de los campos.

3.4.3. Comunicaciones

Los centros de comunicaciones en la región cuyana, se encuentran en las ciudades de San Juan, Mendoza y San Rafael. Las restantes poblaciones de alguna importancia sólo tienen servicios de correos, telégrafo y teléfono. En consecuencia las disponibilidades de medios de comunicación para las ocho ubicaciones en estudio, corresponden a las existentes en la ciudad más próxima a la ubicación, de las tres mencionadas.

3.4.4. Suministros esenciales

3.4.4.1. Generalidades

A los efectos del presente estudio, se consideran suministros esenciales, los de agua y energía eléctrica para la construcción y operación de centrales. No se incluye en este punto el suministro de agua para la refrigeración principal, el cual se trata en otra parte de este estudio.

3.4.4.2. Suministro de agua

La central nuclear a ser instalada en la zona de Cuyo necesitará, durante su construcción y operación, de un suministro de agua potable para uso del personal y de agua para uso industrial. Esta última estará destinada a la construcción, al sistema de incendio y a la refrigeración de emergencia.

Las cantidades necesarias estimadas para cada uno de estos destinos, son:

- agua potable: 30 m³/hora (como valor máximo)
- agua para uso industrial:
25 m³/hora (para construcción)
- reserva para sistema de incendio y refrigeración de emergencia:
6.000 m³

La ubicación de los ocho emplazamientos preseleccionados, en lugares que aseguren la disponibilidad de agua de refrigeración, lleva implícita la satisfacción de los suministros aquí consignados, por representar éstos un reducido porcentaje de lo necesario para refrigeración principal. Al agua disponible en estos lugares deberá aplicársele el tratamiento necesario según el uso a que se la destine.

3.4.4.3. Suministro de energía eléctrica

Las necesidades de suministro de energía eléctrica para el obrador y la construcción de la central se estiman en 5 MW. El arranque de una central nuclear de 600 MW requiere aprox. 66 MW.

El subsistema interconectado de Cuyo, que se extiende desde el complejo hidroeléctrico del río Atuel hasta la ciudad de San Juan con potencia instalada suficiente para los requerimientos consignados, permite disponer de suministro de energía eléctrica en los siguientes puntos:

- Embalse Ullum:

Línea de 132 kV en el lugar.

- Alvarez Condarco:

Línea de 220 kV a 25 Km (Cruz de Piedra)

Línea de 132 kV a 10 Km (Blanco Encalada)

Línea de 66 kV en el lugar.

- El Carrizal:

Línea de 220 kV a 20 Km.

Línea de 132 kV a 20 Km.

Línea de 66 kV en el lugar.

- Valle de Uco:

Línea de 220 kV a 25 Km.

Línea de 132 kV a 25 Km.

- Galileo Vitali:
Línea de 132 kV a 25 Km (San Rafael).
- Topón del Atuel:
Línea de 132 kV a 20 Km (San Rafael)
- El Nihuil:
Línea de 220 kV a 20 Km
Línea de 132 kV a 10 Km
- Bardas Blancas:

El subsistema interconectado Cuyo se encuentra a 150 km en línea recta (El Nihuil). La fuente eléctrica más próxima se encuentra a 50 km (ciudad de Malargüe), donde hay una usina de generación de D.E.P. de pequeña potencia, insuficiente para las necesidades del obrador o de arranque.

Los requerimientos para el obrador deberán atenderse con parque de generación propio y la corriente de arranque requerirá el tendido de una línea para conexión al subsistema regional.

En la Figura 6-18 se indican las líneas del subsistema interconectado de 66 kV, 132 kV y 220 kV.

3.4.4.4. Disponibilidad de mano de obra, materiales y equipamiento industrial

Las ciudades de San Juan, Mendoza y San Rafael, constituyen centros de población de una importancia tal que pueden atender los requerimientos de mano de obra y materiales y ofrecer recursos industriales básicos en alto grado para la construcción y operación de una central nuclear.

Con respecto a estos aspectos, los emplazamientos considerados se encuentran prácticamente en igualdad de condiciones, con ligeras diferencias dependientes de las respectivas distancias a las ciudades mencionadas, con excepción de Bardas Blancas (Tabla 6-9).

Para este último emplazamiento la distancia a San Rafael es de 272 km y a Malargüe de 65 km; esta circunstancia se agrava por las dificultades de comunicación en el cruce de la ruta nacional N°40 por la cuesta del Chihuido, especialmente en la época invernal. No existen en el lugar, en absoluto, disponibilidades habitacionales, y la ciudad de Malargüe, distante y de difícil acceso como ya se ha dicho, encuentra colmadas sus reducidas posibilidades por la demanda de las explotaciones petrolíferas. Los servicios para la población, en las escasas construcciones de Bardas Blancas se reducen a un puesto de Gendarmería Nacional, una sala de primeros auxilios, un colegio primario, una estafeta postal, un surtidor de nafta a mano y una hostería.

Las condiciones ambientales son inhospitalarias con fuertes vientos que soplan encañonados desde el O; su intensidad es tal que ha merecido la designación de Portezuelo del Viento el lugar que se encuentra a 20 km al O de Bardas Blancas.

3.4.5. Calificación de las ubicaciones

Evaluada las condiciones de las ocho ubicaciones en estudio, con respecto al factor infraestructura, de acuerdo con la descripción hecha, se calificaron las mismas según los rangos de la escala para instalación de una o dos centrales, con los siguientes valores:

Ullum	9
Alvarez Condarco	9
El Carrizal	8
Valle de Uco	7
Galileo Vitàli	8
Topón del Atuel	8,5
El Nihuil	6
Bardas Blancas	0

TABLA 6-9

DISTANCIA DE LAS UBICACIONES A LAS POBLACIONES
IMPORTANTES CERCANAS UTILIZANDO RUTAS PAVIMENTADAS

Ubicación	Poblaciones					
	Malargue	San Rafael	Gral. Alvear	Tunuyán	Mendoza	San Juan
	km	km	km	km	km	km
Ullum	-	-	-	-	186	20
Alvarez Condarco	-	232	-	83	39	-
El Carrizal	-	225	-	76	70	-
Valle de Uco	-	158	-	43	123	-
Galileo Vitali	-	24 ⁵	98 ⁵	149	229	-
Topón del Atuel	-	57	92	216	296	-
El Nihuil	158	71	148	220	300	-
Bardas Blancas	65	252	329	401	481	-

3.5. Factor riesgo radiosanitario

3.5.1. Generalidades

En la evaluación del riesgo radiosanitario derivado de la ubicación de una central nuclear CANDU 600 MW, en la región Cuyo, se analizaron las características ambientales, la distribución de población y las áreas de pastoreo de la zona considerada, teniendo en cuenta algunas hipótesis representativas de accidentes de magnitud importante.

Cabe mencionar que la experiencia recogida en el funcionamiento de los reactores construídos en diversas partes del mundo, permite apreciar el alto grado de seguridad alcanzado tanto en la ingeniería como en los procedimientos de operación de estas instalaciones. Ello se debe a que las normas básicas de protección preestablecidas son respetadas, tanto en las condiciones normales de funcionamiento como en los pequeños incidentes cuya ocurrencia no

puede ser descartada. Estas normas se refieren al personal de la instalación y al público de la vecindad de la misma.

Los accidentes graves en reactores nucleares son sumamente improbables y en particular, hasta ahora, no han ocurrido en centrales nucleoelectricas. No obstante, la selección de un emplazamiento debe contemplar las consecuencias que tal tipo de accidentes pudieran ocasionar para la población vecina.

En la evaluación, las dosis de radiación que resultarían en estos accidentes hipotéticos son analizadas por comparación con "Dosis de Referencia", seleccionadas de modo que impliquen riesgos que no excedan a los de la vida diaria en la región considerada. Es evidente que el riesgo real representado por la futura instalación es mucho menor que el estimado a partir de uno de estos accidentes hipotéticos, ya que la probabilidad de ocurrencia es sumamente pequeña.

3.5.2. Accidentes representativos y niveles de referencia para evaluación de seguridad

El aspecto fundamental que se ha tenido en cuenta para la evaluación de las posibles ubicaciones, es la magnitud de radiactividad que sería liberada al ambiente en caso de ocurrir alguno de los accidentes hipotéticos considerados.

En la evaluación de las ubicaciones propuestas, se ha supuesto como base de la estimación, una liberación a la atmósfera de 2.000 Ci de I^{131} (radionucleido "crítico" en la evaluación radiosanitaria), acompañado de radioisótopos de gases nobles con una actividad alrededor de 30 veces mayor, pero de una implicación muy inferior al radioiodo mencionado. Se supondrá además que el escape del edificio del reactor, luego del accidente hipotético, ocurre con una tasa del 0,1% por día y cerca del suelo.

Un accidente de este tipo involucrará el daño de todos los elementos combustibles, permitiendo una liberación del 30% del total del Iodo 131 contenido en el núcleo, a la vez que evaporará toda el agua pesada contenida en el circuito de refrigeración.

Las dosis de radiación que resultarían de estas hipótesis accidentales serán comparadas con las "Dosis de Referencia para Evaluaciones de Seguridad" que para el caso que nos ocupa se han fijado en:

Para irradiación de todo el cuerpo	25 rad.
Para irradiación de la tiroides	150 rad.

Si estas dosis de referencia fueran recibidas por una población, no se produciría ningún efecto agudo ni signo clínico detectable. Además, el riesgo individual de contraer enfermedades tardías por radiación sería del mismo orden que algunos riesgos de la vida diaria (ver Tabla 6-10)

El riesgo real asociado a un accidente hipotético en una central nuclear, es el producto de la probabilidad del accidente considerado, por el riesgo radiobiológico de la dosis de radiación resultante. En el presente resulta difícil estimar la probabilidad de ocurrencia de estos accidentes, dado que como ya se ha dicho, no han ocurrido accidentes graves en centrales nucleoelectricas. La experiencia muestra que dicha probabilidad es muy pequeña, confirmando los resultados de los análisis de confiabilidad de componentes y la aptitud de los diseños y procedimientos de operación.

TABLA 6-10

DATOS ESTADISTICOS SOBRE RIESGOS DE MORTALIDAD

<u>Clase de riesgo</u>	<u>Riesgo de mortalidad por persona y por año</u>
Cáncer(todas las clases	$1,6 \times 10^{-3}$
Accidente de automóvil	$2,8 \times 10^{-4}$
Envenenamiento	$1,2 \times 10^{-6}$
Cáncer debido al empleo médico de los rayos X	1×10^{-5}
Asfixia al ingerir alimentos	5×10^{-6}
Catástrofe natural	6×10^{-7}
Riesgo de muerte por cáncer de tiroides por Curie de I-131 eliminado a la atmósfera	1×10^{-9}

Se deduce que en los casos en que las dosis resultantes de accidente hipotético son inferiores a las "Dosis de Referencia", el riesgo real involucrado es enteramente despreciable, y el emplazamiento considerado es aceptable.

3.5.3. Vías de irradiación humana en caso de accidente.

En el caso sumamente improbable de producirse un accidente catastrófico, el material radiactivo liberado quedaría retenido en el recinto de confinamiento del reactor, saliendo lentamente al ambiente en los días posteriores al accidente. Los aerosoles radiactivos se difundirían entonces en las capas más bajas de la atmósfera. El mecanismo de dispersión y de depósito de estos aerosoles dependerá estrechamente de las condiciones meteorológicas del momento, en la zona de instalación. Para la zona más próxima, el material liberado se difundiría principalmente en la dirección del viento y con su velocidad. Durante su recorrido, parte de los aerosoles se depositarían en el suelo y podrían incorporarse a las diversas cadenas alimenticias.

La irradiación de la población podría producirse por las distintas vías que se detallan a continuación:

- a) Irradiación externa de todo el cuerpo debida al pasaje de nube radiactiva. La dosis recibida depende de la distancia a la instalación y del proceso de difusión de la nube radiactiva.
- b) Irradiación interna de la tiroides debida a la inhalación de radioiodo. Además de depender de la distancia y de la dispersión de la nube, la dosis sería función de la edad. Las variaciones de la masa tiroidea y del caudal respiratorio en los distintos grupos de edad de la población, determinan el grupo más expuesto. En este caso el grupo "crítico", que recibiría las mayores dosis, resulta ser el de los niños de seis meses a un año de edad.
- c) Irradiación interna de la tiroides debida al consumo de alimentos contaminados con radioiodo. Esta vía tiene fundamental importancia en la evaluación de riesgos radiobiológicos debidos

a un accidente. Estudios efectuados sobre las cadenas alimenticias terrestres y acuáticas señalan la leche como el elemento "crítico", siendo nuevamente el grupo en riesgo el de los niños de seis meses a un año de edad. Debe señalarse que la dosis no depende en este caso de la ubicación del grupo expuesto, sino de la distancia que media entre las áreas de pastoreo y la instalación. No obstante, el movimiento del radioiodo desde el pasto a la leche implica un retardo evidente en su llegada al público con respecto a las vías de irradiación anteriormente mencionadas. La demora favorece la adopción de diversas contramedidas capaces de modificar las consecuencias inherentes a esta vía de irradiación.

La evaluación de las dosis al público, producidas por las vías de irradiación descritas, reposa sobre suposiciones relativas al transporte y dispersión del material radiactivo y su incorporación eventual a las cadenas alimenticias.

3.5.4. Dispersión del material radiactivo

La fórmula de Sutton describe el fenómeno de dispersión de los aerosoles radiactivos liberados a la atmósfera en el accidente hipotético. Se tuvieron en cuenta en las estimaciones los factores de corrección por depósito de aerosoles en el suelo, durante su transporte. Estos factores fueron obtenidos a partir de mediciones de precipitación radiactiva (fallout) efectuadas por la C.N.E.A. desde 1959. Además contribuyeron a las estimaciones, numerosas observaciones sobre la dirección y velocidad del viento en la zona.

Finalmente se han supuesto condiciones meteorológicas desfavorables típicas (condición F. de Pasquill) y una dispersión lateral de la pluma de un ángulo de 30° centrado en la dirección media del viento.

3.5.5. Incorporación de radioiodo en alimentos

Los centros productores de leche se encuentran situados a distancias de más de 20 km de los emplazamientos propuestos, y por ende estarán fuera de toda influencia significativa en el caso de un accidente. La producción de leche a distancias menores de los

emplazamientos es estrictamente local, y consumida totalmente " in-situ" por los productores.

Las Figuras 6-20, 6-21 y 6-22 muestran la evaluación de las dosis de irradiación que resultarían para el público en condiciones meteorológicas desfavorables. Debe señalarse que si bien estos valores son representativos de situaciones características, no puede descartarse la incertidumbre inherente a la gran diversidad de condiciones meteorológicas posibles. No obstante, en este caso, a la muy baja probabilidad del accidente supuesto, se asocia la baja probabilidad de la presencia simultánea de condiciones meteorológicas extremas. Por lo tanto, los valores indicados como consecuencia de un eventual accidente en gran escala, constituyen una sobreestimación y hacen sumamente improbable la posibilidad de dosis que excedan las mencionadas.

La Tabla 6-11 presenta la distribución de los centros poblados vecinos a la ubicación con sus poblaciones respectivas.

De la observación de la Tabla 6-11 y de las Figuras 6-20, 6-21 y 6-22 se desprende que en ningún poblado vecino a la instalación podrían observarse dosis superiores a las Dosis de Referencia.

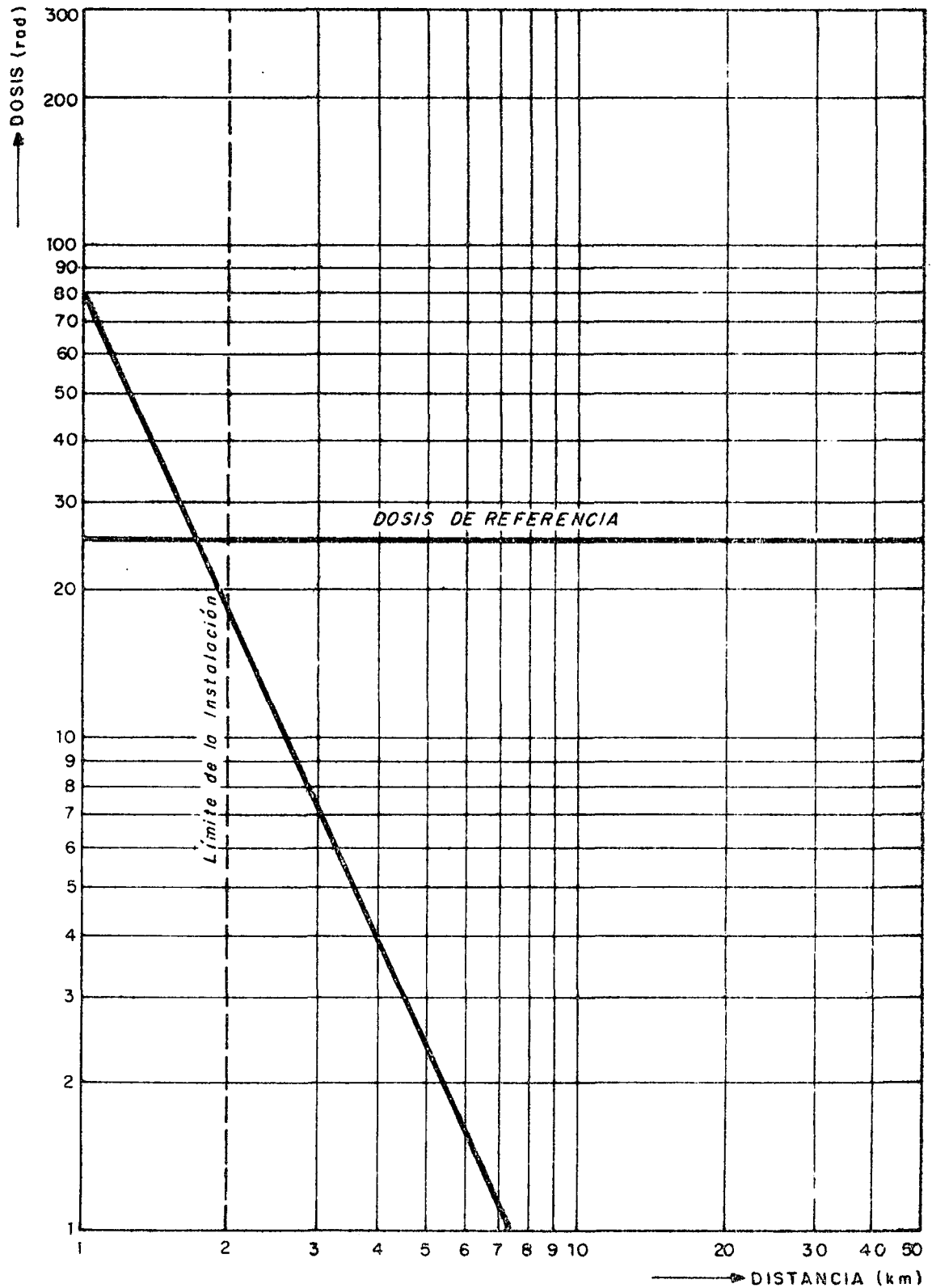
3.5.6. Eliminación de residuos radiactivos

Una central CANDU - 600 MW produce normalmente residuos de baja actividad y ocasionalmente residuos de actividad mayor. Estos últimos serán almacenados controladamente en instalaciones apropiadas y no afectan al análisis de ubicación.

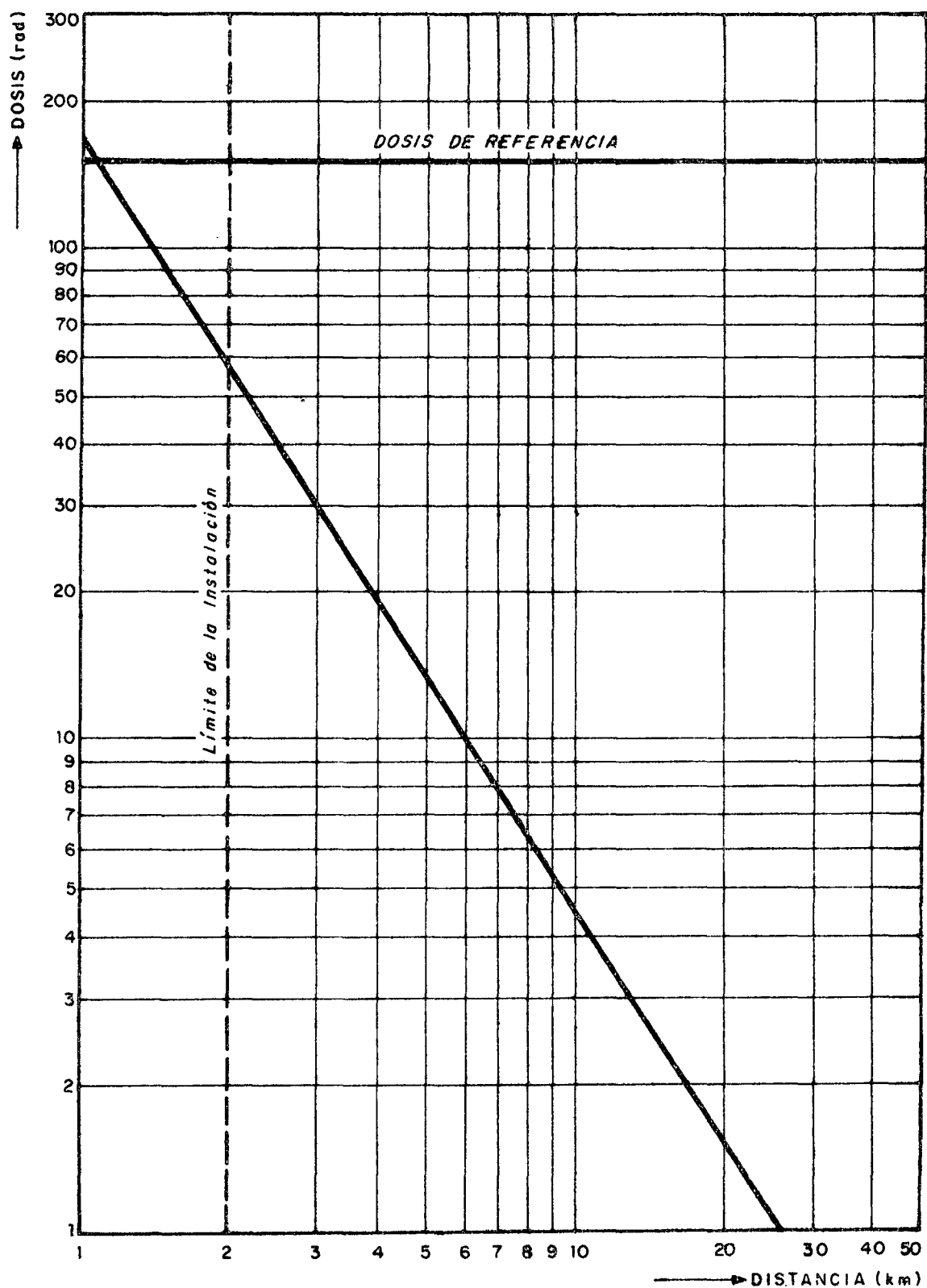
Entre los diversos residuos gaseosos, el radionucleído de mayor relevancia desde el punto de vista sanitario es el radioiodo; los gases nobles, si bien pueden acompañar al radioiodo en cantidades mayores, son en cambio de importancia menor.

La evaluación sobre la base de cálculos convencionales de una liberación controlada de radioiodo desde una chimenea de 30 m de altura, muestra que la radiactividad podría alcanzar va-

DOSIS EN TODO EL CUERPO RESULTANTE
DEL ACCIDENTE A DISTINTAS DISTANCIAS
DE LA INSTALACION



DOSIS EN TIROIDES DE NIÑOS, RESULTANTE DEL
ACCIDENTE DEBIDO A INHALACION, A
DISTINTAS DISTANCIAS DE LA INSTALACION



DOSIS EN TIROIDES DE NIÑOS, RESULTANTE DEL ACCIDENTE DEBIDO AL CONSUMO DE LECHE PRODUCIDA A DISTINTAS DISTANCIAS DE LA INSTALACION

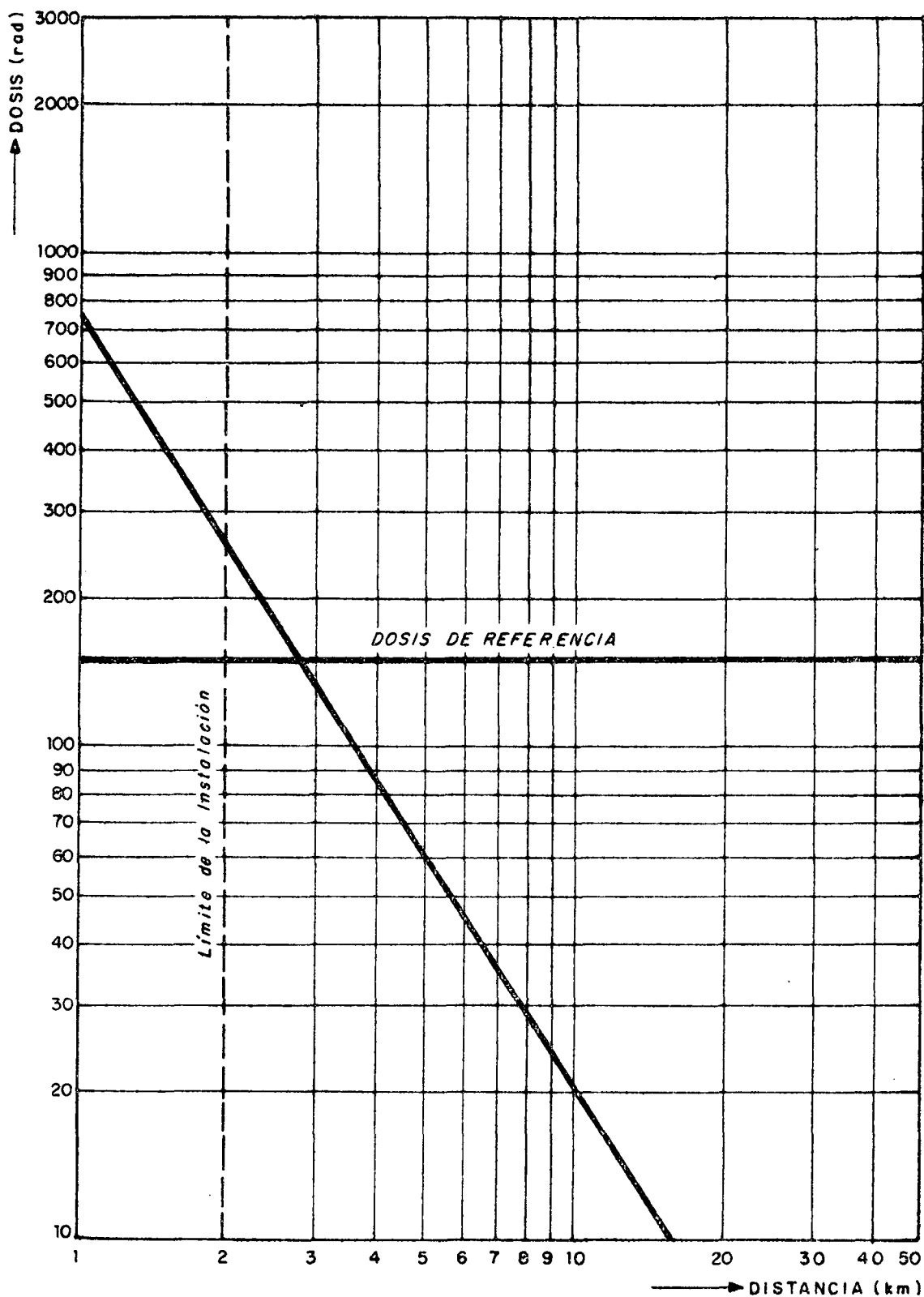


TABLA 6-11

DISTRIBUCION DE POBLACION

Ubicación	Población 5 km alrededor	Población 10 km alrededor	Nº de Hab.	Población mayor de 2.000 hab. 20 km alrededor	Nº de Hab.	Población mayor de 5.000 hab. 50 km alrededor	Nº de Hab.	Distancia a los grandes centros poblados Hab.
1. Ullum (rfo San Juan) Departamento Ullum Población 3.112 hab. Superficie 4.000 km ² Densidad 0,8	-	Villa P. Sarmiento Rivadavia Zonda	1.052 2.109	San Juan Albardón Santa Lucía Villa Carmen Villa Aberastain	111.214 3.501 4.651	-		Mendoza - 130 km San Juan - 19 km
2. Alvarez Condarco (rfo Mendoza) ver mapa adjunc entre los departamentos de Las Heras y Luján	-	Cacheuta Estación Blanco Encalada Vistalba Las Compuertas Estación Paso de Los Andes	417 2.641	Agrelo y Ugarteche Chacras de Coria Luján de Cuyo Perdriel y Tres Es- quinas Mayor Drumond Gobernador Benegas Agrelo Perdriel	5.555 3.555 9.373 3.697 4.764 6.816 670 340	Godoy Cruz Villa Nueva Junfn San Martín Rivadavia Maipú Las Heras Luján Mendoza	26.124 13.023 2.343 24.300 13.072 15.232 67.789 .9.373 118.000	Mendoza - Capital 25 km (118.568 habitantes) San Rafael 160 km (58.237 habitantes) Buenos Aires 1.144 km
3. El Carrizal 2.844 ha- bitantes (rfo Tunuyán) entre los departamentos Luján y Rivadavia	Carrizal de Abajo	Carrizal de Arriba		Rivadavia Ugarteche y Agrelo Anchoris La Florida	13.092 5.555 138	Tupungato Luján de Cuyo Tunuyán Junfn Mendoza San Martín Maipú	3.722 9.373 10.812 2.343 118.000 24.300 15.232	Mendoza 40 km San Rafael 130 km

(Continda)

DISTRIBUCION DE POBLACION

TABLA 6-11 (continuación)

Ubicación	Población 5 km alrededor	Población 10 km alrededor	Nº de Hab.	Población mayor de 2.000 hab. 20 km. alrededor	Nº de Hab.	Población mayor de 5.000 hab. 50 km alrededor	Nº de Hab.	Distancia a los grandes centros poblados Hab.
4. Valle de Uco (río Tunuyán) Entre los departamentos Tunuyán y San Carlos	-	Campo Los Andes La Consulta	2.753 2.678	Tunuyán Tres Esquinas Chilecito Pareditas San Carlos Los Sauces Villa Seca Vista Flores	10.812 748 800 800 11.000 1.327 - 465	Tupungato Mendoza	3.722 118.000	Mendoza 40 km. San Rafael 110 km.
5. Galileo Vitali (río Diamante) En el departamento San Rafael	25 de Mayo 681 habitantes	Capitán Montoya Pedro Vargas	* *	San Rafael El Usillal Rama Cañda Rincón del Atuel	58.237 * * *	General Alvear 87 km	17.277	Mendoza 231 km
6. Topón del Atuel (río Atuel) En el departamento San Rafael	Rincón del Atuel	Rama Cañda Ing. Ballofett	* *	San Rafael Las Malvinas Salto de Las Rosas Goudge Pedro Vargas Usillal Capitán Montoya 25 de Mayo	58.237 521 581 681	General Alvear	17.277	Mendoza 180 km
7. El Nihuil (río Atuel) dto. S. Rafael	-	Estación Salinas El Nihuil	1.472	Embarcadero Caña de estación El Nihuil		San Rafael	58.237	Mendoza 205 km 55 km
8. Bardas Blancas (río Grande) En el depto. Malargüe	-	Bardas Blancas				Malargüe	5.462	Mendoza 270 km San Rafael 170 km

* Población con mucho menos de 2.000 habitantes

rios centenares de curies en un período de un año, sin sobrepasar los valores de ingestión para el público fijados por las Normas Básicas de Seguridad Radiológica y Nuclear. El factor "crítico" es aquí el consumo de leche, siendo el grupo crítico el de los niños en su segundo semestre de vida. La eliminación es perfectamente controlable y debe señalarse que en días de condiciones meteorológicas extremadamente desfavorables, poco frecuentes en el curso del año, en las que se observaría el fenómeno de "fumigación" los operadores de la central suspenderán momentáneamente las descargas.

Para los residuos líquidos, se dispondrá de sistemas de gestión de residuos que permitirán acondicionar los efluentes antes de su eliminación.

Los residuos sólidos serán tratados y almacenados en la central y/o en las instalaciones que para este fin posee la CNEA.

3.5.7. Calificación de las ubicaciones

Con el objeto de seleccionar los emplazamientos más convenientes desde el punto de vista radiosanitario, se analizaron las ocho ubicaciones tomando como base la dosis colectiva y el detrimento que cada una de las instalaciones provoca en la sociedad.

De acuerdo a la calificación establecida, se obtiene que los ocho lugares ofrecen condiciones favorables para una o dos centrales. Para tener en cuenta las diferencias relativas con respecto al factor en estudio, se los califica con los siguientes valores

Bardas Blancas	10
El Nihuil	9,5
Valle de Uco	9
Galileo Vitali	9
Topón del Atuel	9
Ullum	8
Alvarez Condarco	7,5

3.5.8. Conclusiones

El análisis de los accidentes hipotéticos muestra que en la mayoría de los casos no derivarían en una liberación significativa de radiactividad al ambiente. Aún en el caso de un accidente en gran escala, la irradiación al público se mantendría dentro de límites aceptables desde el punto de vista sanitario, mediante contramedidas sencillas, cuya aplicación es perfectamente factible (desviación de la producción de leche, bloqueo de tiroides, etc.), por lo que desde el punto de vista radiológico las ocho ubicaciones son aptas.

3.6. Factor riesgo sísmico

3.6.1. Generalidades

Ya se ha hecho una descripción general de la región cuyana en relación con el riesgo sísmico, por lo que ahora se desarrolla el procedimiento para calificar las ubicaciones en estudio, con respecto a este factor.

3.6.2. Magnitud de un sismo

Es una medida del sismo en términos de la energía liberada por el mismo. La magnitud se obtiene de los registros del evento y es independiente de la distancia al epicentro. Cada sismo tiene sólo un valor de magnitud, que se mide en la escala internacional de Richter. Los sismos más grandes ocurridos hasta el presente tienen una magnitud aproximada de 8,5 en dicha escala.

La fórmula que relaciona la magnitud de un sismo (M) con la energía liberada (E) en el foco del mismo, es de la forma:

$$\text{Log } E = 11,4 + 1,5 M$$

El siguiente cuadro relaciona la magnitud de un sismo con la intensidad:

MAGNITUD	INTENSIDAD
4	$10^{17,4}$ ergios
5	$10^{18,9}$ ergios
6	$10^{20,4}$ ergios
7	$10^{21,9}$ ergios
8	$10^{23,4}$ ergios
8,5	$10^{24,2}$ ergios

3.6.3. Intensidad sísmica

Desde el punto de vista de la ingeniería, la intensidad sísmica es la medida de la destructividad potencial de un terremoto. Para medir la intensidad sísmica se han desarrollado diferentes escalas, la mayoría de las cuales son escalas subjetivas que para su evaluación dependen de la forma en que el movimiento haya sido sentido por las personas y de los daños producidos en las distintas clases de construcciones. Las más importantes y conocidas de estas escalas son la Mercalli Modificada y la M.S.K.. En los últimos años y como consecuencia del estudio del espectro de respuesta de los registros de fuertes terremotos, se han definido otras escalas de intensidad sísmica basadas en los resultados de dichos espectros. De ellas, las más importantes son la escala de intensidad de Housner y la de intensidad de Arias.

3.6.4. Medida del riesgo sísmico

Anteriormente se definió el riesgo sísmico como la probabilidad de ocurrencia de por lo menos un sismo de determinadas características en un intervalo de tiempo fijado. Esas características que definen el fenómeno sísmico, (magnitud, distancia epicentral, profundidad de foco, etc.), pueden expresarse por la velocidad máxima del terreno, producida por el sismo en un punto.

Cada uno de los eventos sísmicos registrados por las estaciones sismológicas, origina efectos distintos según sea la

ubicación de la construcción , sus distancias epicentrales y la profundidad del foco. Estos efectos o intensidades sísmicas pueden ser estimados para cada ubicación en función de la magnitud del sismo, de la distancia epicentral y de la profundidad de foco, mediante la aplicación de adecuadas fórmulas de correlación, obteniéndose para la época estudiada, un conjunto de valores que definen la evolución de la intensidad sísmica en la ubicación en estudio. El conjunto de intensidades admite un análisis estadístico, por la naturaleza propia del fenómeno, y la fórmula que estadísticamente representa las frecuencias medias de aparición de la acción sísmica es:

$$N = Kv^{-\alpha}$$

siendo (N) la frecuencia media anual de los temblores que en la localización estudiada superan una intensidad (v), definida como la velocidad máxima del terreno durante el temblor. Las constantes (K) y (α) son los parámetros que definen la evolución de la intensidad sísmica en la ubicación en estudio.

De esta forma, la medida del riesgo sísmico da al proyectista el valor de la probabilidad de colapso, durante un tiempo útil (T), de una construcción que puede sufrir dicho colapso debido a un terremoto que produce una velocidad máxima de terreno (v) en el punto de ubicación de la obra.

El valor de velocidad de 1 cm/seg corresponde a un temblor que es percibido por toda la población, mientras que el de 50 cm/seg corresponde al terremoto que destruyó la ciudad de Mendoza el 20 de marzo de 1861.

3.6.5. Parámetros que definen la intensidad sísmica de la región en estudio

Los valores de estos parámetros para distintos puntos de las provincias de San Juan y Mendoza están dados en la Figura 6-23. Se indica en el diagrama el número de sismos con cuyos datos se han obtenido por mínimos cuadrados los valores de K y α y además el valor máximo de la intensidad, medida como velocidad

máxima del terremoto en cm/seg, que ha ocurrido en la época estudiada.

En la Figura 6-24 están representados los valores máximos de estas intensidades y en la Figura 6-25 los valores medios de las mismas. La primera de estas figuras define las áreas que han sido más fuertemente azotadas por la acción sísmica durante la época estudiada, mientras que en la Figura 6-25 los valores medios representan la tendencia general del efecto sísmico en la zona, más allá de la localización circunstancial de un terremoto dado.

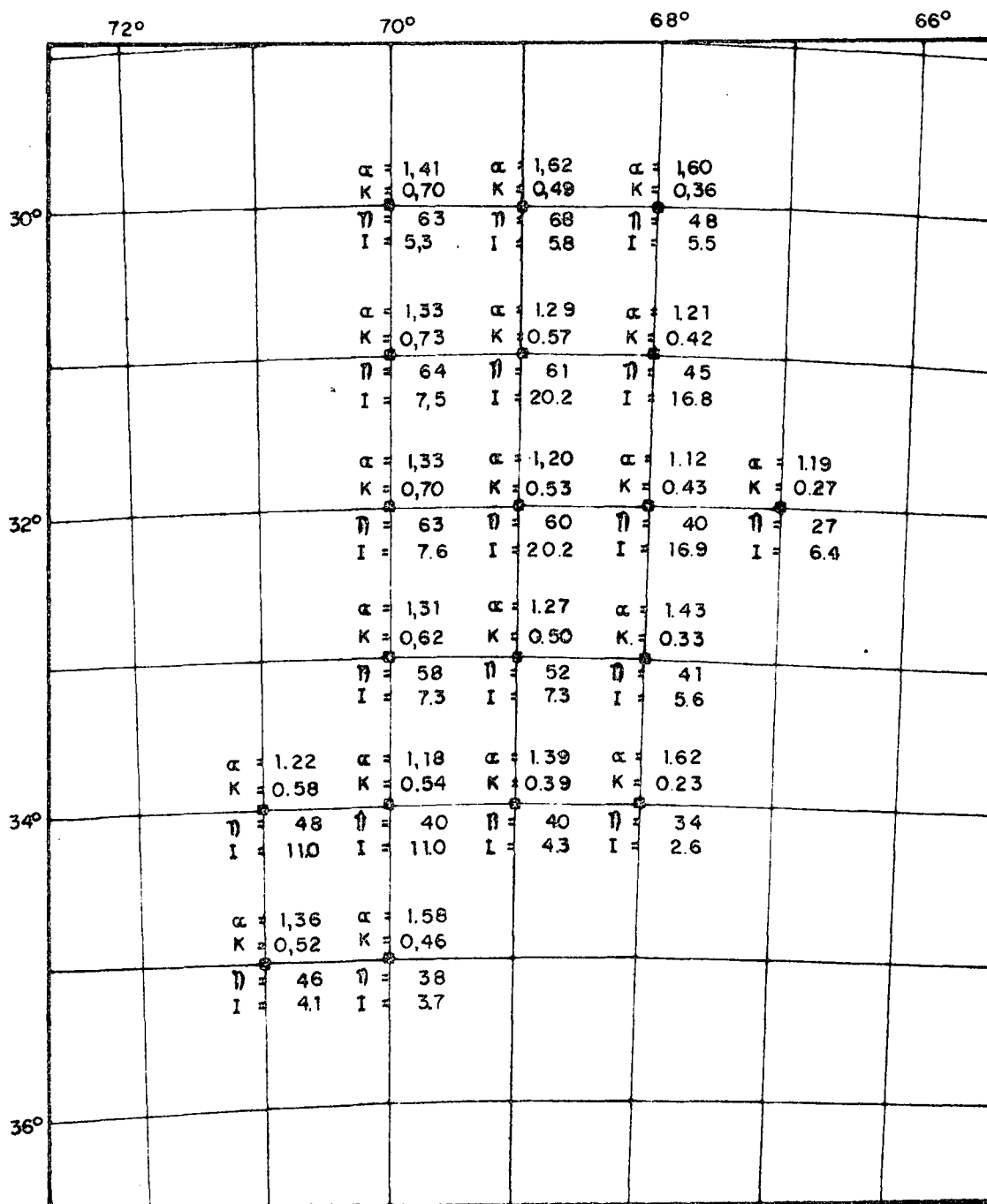
Los datos que proporcionan las Figuras 6-23, 6-24 y 6-25 provienen de la información suministrada por las estaciones sismológicas durante 50 años, lo cual es sólo una época de la evolución de la intensidad sísmica. Un modo de ampliar el tiempo de recopilación de información es introducir dentro de la misma ecuación estadística indicada precedentemente, la información histórica no instrumental mediante la evaluación realizada e indicada en la Tabla 4-1, para la ciudad de Mendoza. Así en la Figura 6-26 está representada la ecuación que se obtiene para la ciudad de Mendoza para el período 1861-1975 que, por ser de mayor duración que la información instrumental y por la particularidad de la recopilación histórica, se estima que tiene mayor peso que los resultados obtenidos teniendo en cuenta sólo la información de las estaciones sismológicas. El valor del exponente obtenido $\alpha=1,10$, sería así un valor adecuado para adoptarlo en todo estudio de riesgo sísmico de las provincias de San Juan y Mendoza.

3.6.6. Riesgo sísmico de la región

La evolución de intensidad sísmica, definida por los parámetros K y α , representa los valores medios con que una intensidad es superada. Para conocer el riesgo sísmico de una región debe establecerse la ley estadística de la distribución de intervalos de ocurrencia de eventos de la misma intensidad.

Es presumible que exista un proceso determinístico que regule la generación de los eventos sísmicos, pero como al presente

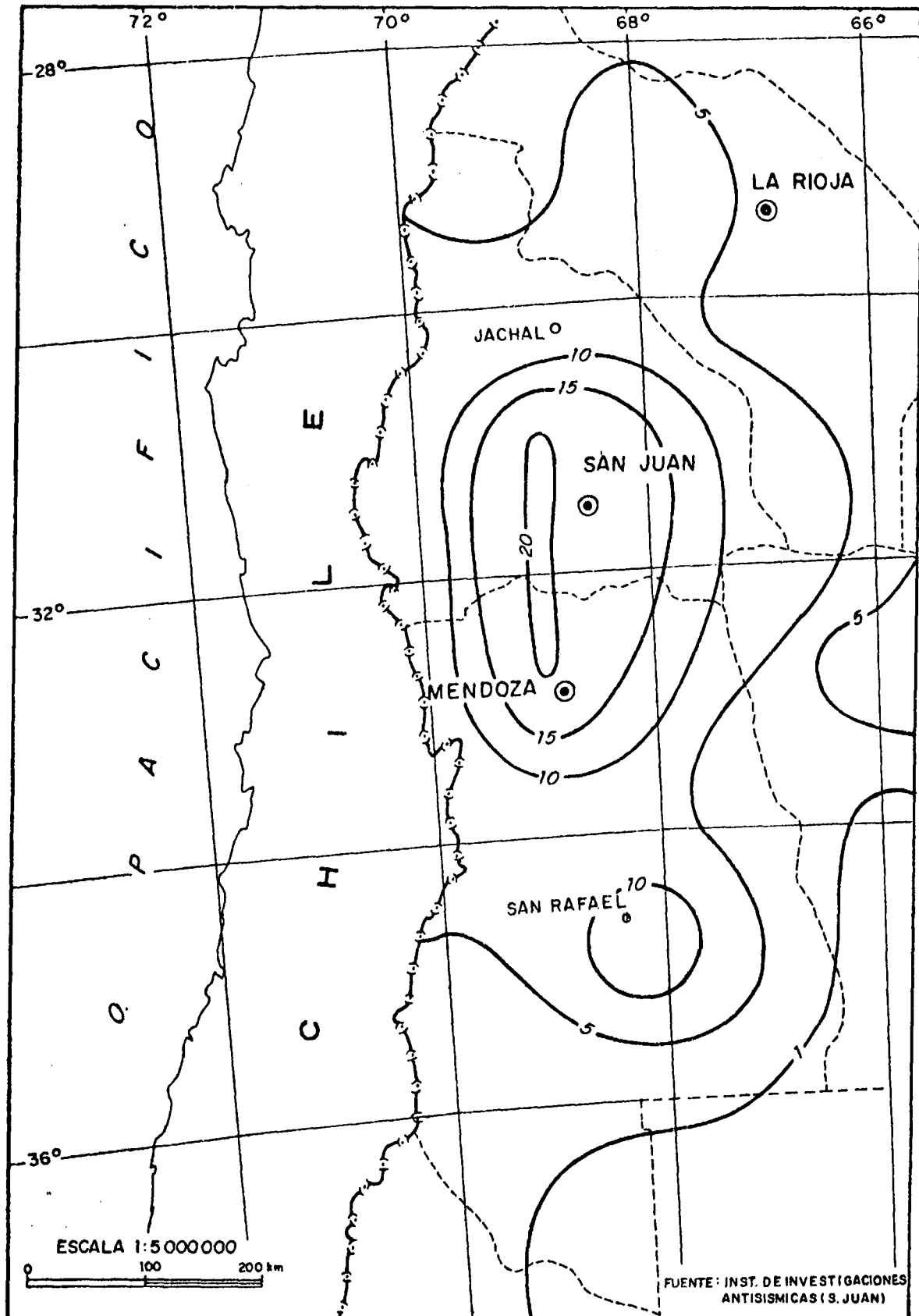
VALORES DE K y α , NUMERO DE SISMOS E INTENSIDAD MAXIMA
DE PUNTOS DE UBICACIONES EN LA REGION DE CUYO



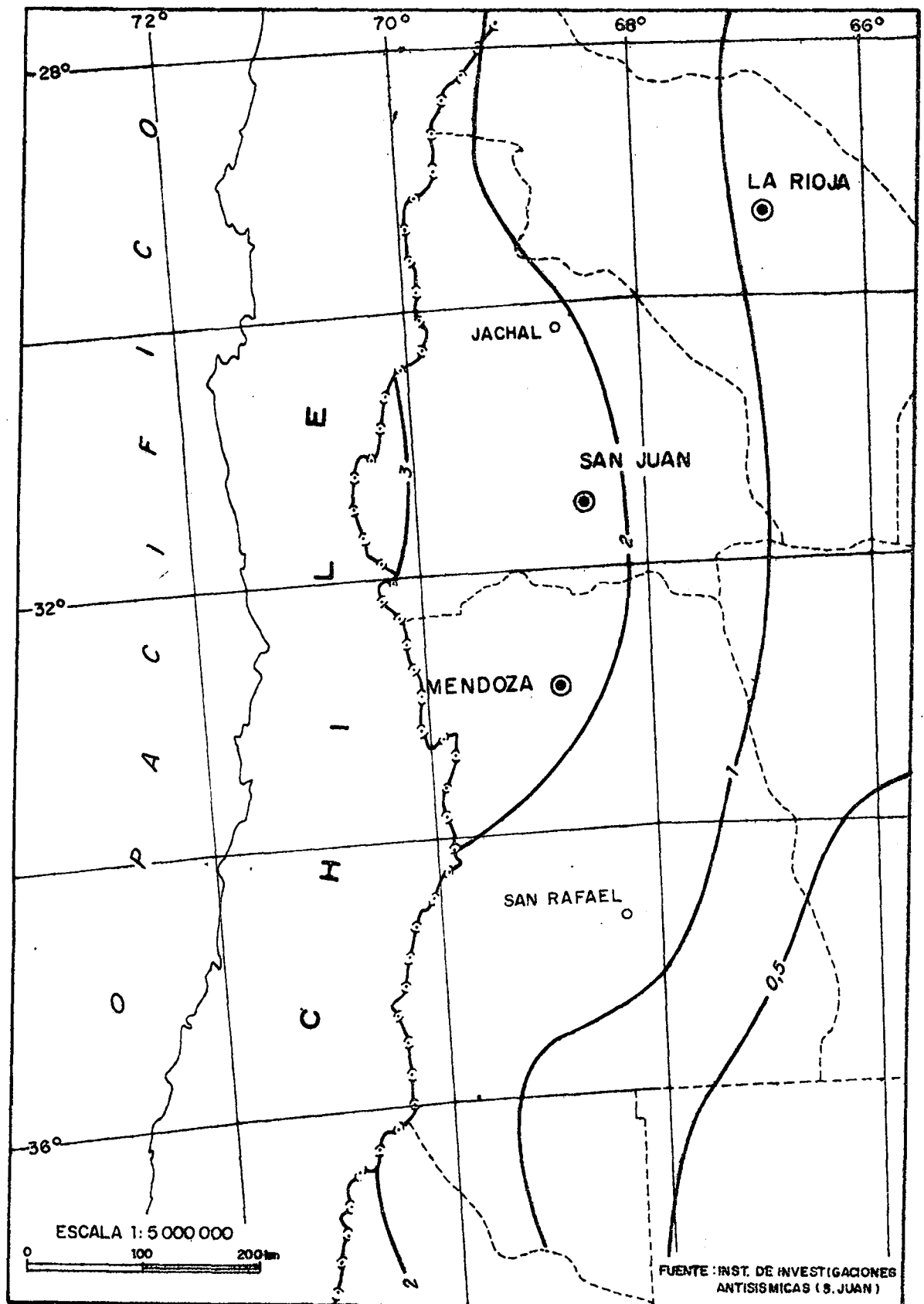
FUENTE: INST. INVESTIGACIONES ANTISISMICAS (S. JUAN)

MAXIMAS INTENSIDADES SISMICAS EN LA REGION DE CUYO

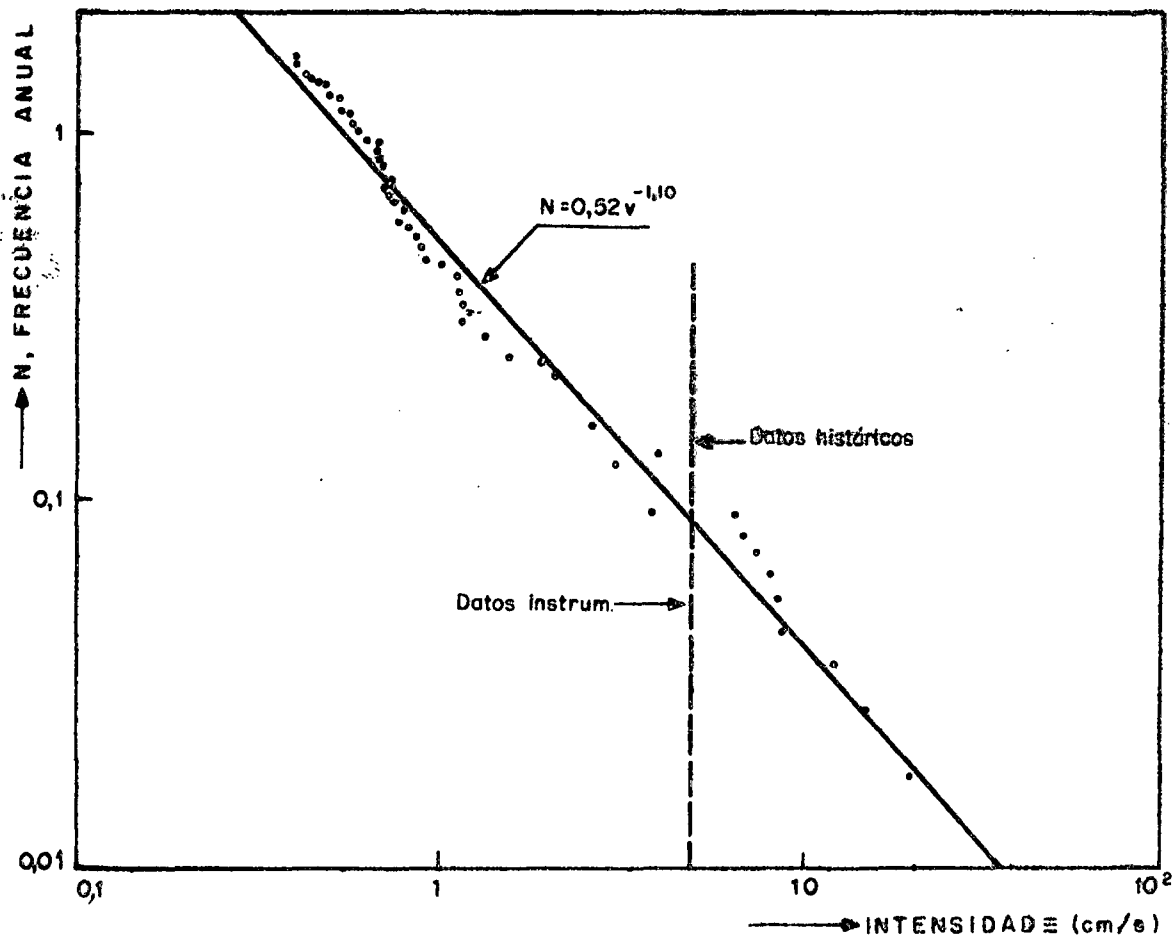
PERIODO 1940-1971 (INT. $\pm$ VELOCIDAD MAX. TERRENO EN cm/s)



INTENSIDAD SISMICA MEDIA ANUAL EN LA REGION DE CUYO
PERIODO 1940-1971 (INT. $\equiv$ VELOCIDAD MAX. TERRENO EN cm/s)



DISTRIBUCION MEDIA ANUAL DE INTENSIDADES PARA LA
CIUDAD DE MENDOZA-DATOS HISTORICOS E INSTRUMENTALES



el conocimiento y la información referente a este proceso son escasos, la evaluación de la acción sísmica se puede realizar sólo mediante la estadística.

La más simple representación de estos procesos está dada por la ley de Poisson, que resulta de admitir la independencia de ocurrencia entre eventos sucesivos.

Interesa estimar la probabilidad de que no ocurran en el tiempo de vida útil de la central, terremotos que originen daños mayores que un cierto nivel, lo que es equivalente a la probabilidad de que se supere un cierto nivel de intensidad sísmica.

La estimación del riesgo sísmico utilizando los valores obtenidos sobre evolución de intensidad en párrafos anteriores están dados para la región de Cuyo en las Figuras 6-27, 6-28 y 6-29 para distintos intervalos de riesgo y distintas intensidades sísmicas de riesgo. A efectos de la evaluación del riesgo en centrales nucleares se estima que la Figura 6-29 es un adecuado criterio de selección por corresponder a la intensidad del terremoto que produce los efectos destructivos en construcciones normalmente ejecutadas pero sin previsiones sismo-resistentes.

3.6.7 Calificación de los lugares en estudio

De acuerdo con la distribución de los lugares en estudio con respecto a las líneas de riesgo sísmico dadas en la Figura 6-29 y manteniendo la escala de calificación establecida, se asignan los siguientes valores para dichos lugares:

Ullum	1
Alvarez Condarco	3
El Carrizal	5
Valle de Uco	5
Galileo Vitali	7
Topón del Atuel	7
El Ninuil	8
Bardas Blancas	9

Esta calificación es igualmente válida para las variantes de instalación de 1 ó 2 centrales.

3.6.8. Comparación de la región de Cuyo con otras regiones argentinas y extranjeras.

En la Figura 6-30 está representada la evolución de la intensidad sísmica en Embalse de Río Tercero, ubicación de la Central Nuclear Córdoba y en la Figura 6-31 están representadas las evoluciones de intensidad sísmica en la ciudad de Mendoza, en Embalse de Río Tercero y en la ubicación de las centrales nucleares canadienses. Se aprecia que a la ciudad de Mendoza le corresponde aproximadamente 6 veces más riesgo que a Embalse a su vez es semejante a Gentilly (Canadá), que dobla en riesgo a Bruce y Pickering, también de Canadá.

Estos valores muestran que en la región de Cuyo es necesario considerar cuidadosamente las previsiones sísmo-resistentes en toda obra y más aún en centrales nucleares. Estos requerimientos de previsiones sísmo-resistentes son mayores alrededor de las ciudades de San Juan y Mendoza y disminuyen al SE de la provincia de Mendoza.

3.7 Factor ecológico

3.7.1. Generalidades

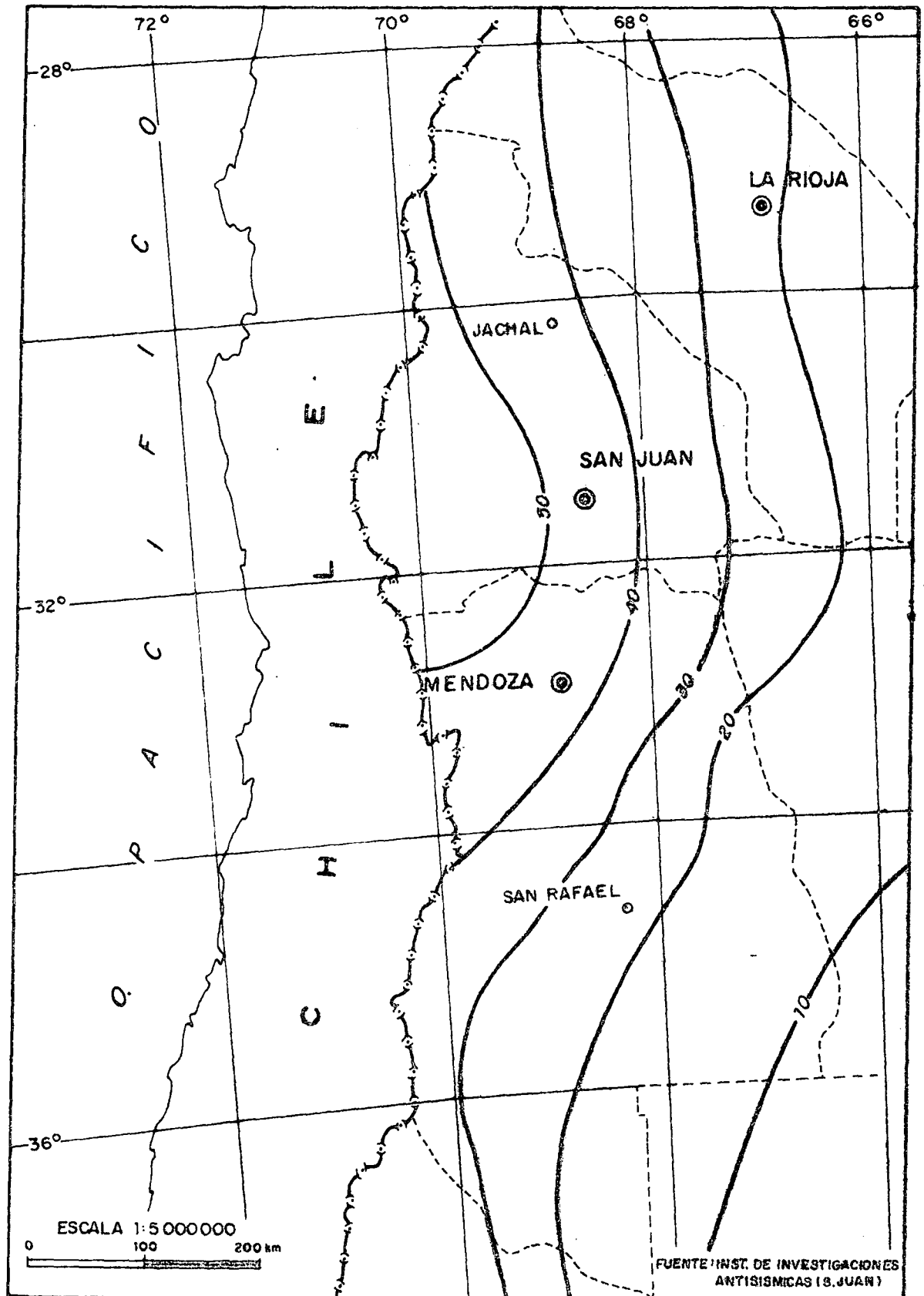
En la consideración de este factor se tienen en cuenta los efectos de la polución térmica de las aguas y los efectos de contaminación atmosférica.

Con respecto a la polución térmica, la evaluación de su ocurrencia debe hacerse para aquellos emplazamientos cuyos sistemas de refrigeración requieren la descarga de agua calentada en embalse o ríos: El Carrizal, El Nihuil, Ullum y Bardas Blancas.

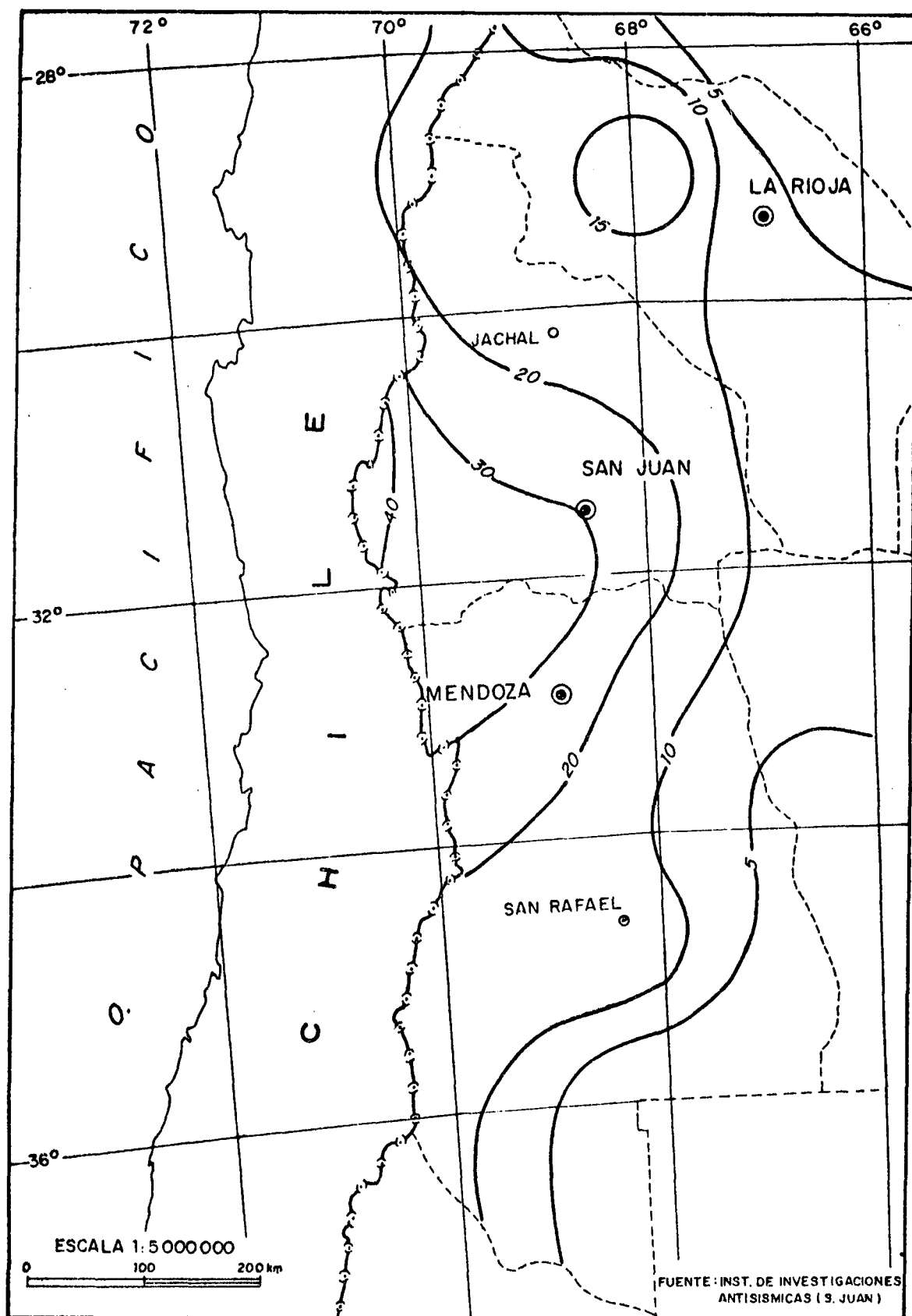
En cuanto a la contaminación atmosférica, ella puede ocurrir en los emplazamientos que por utilizar sistemas de refrigeración por circuito cerrado, arrojan a la atmósfera grandes nubes de vapor: Alvarez Condarco, Valle de Uco, Galileo Vitali y Topón del Atuel.

RIESGO SISMICO EN LA REGION DE CUYO

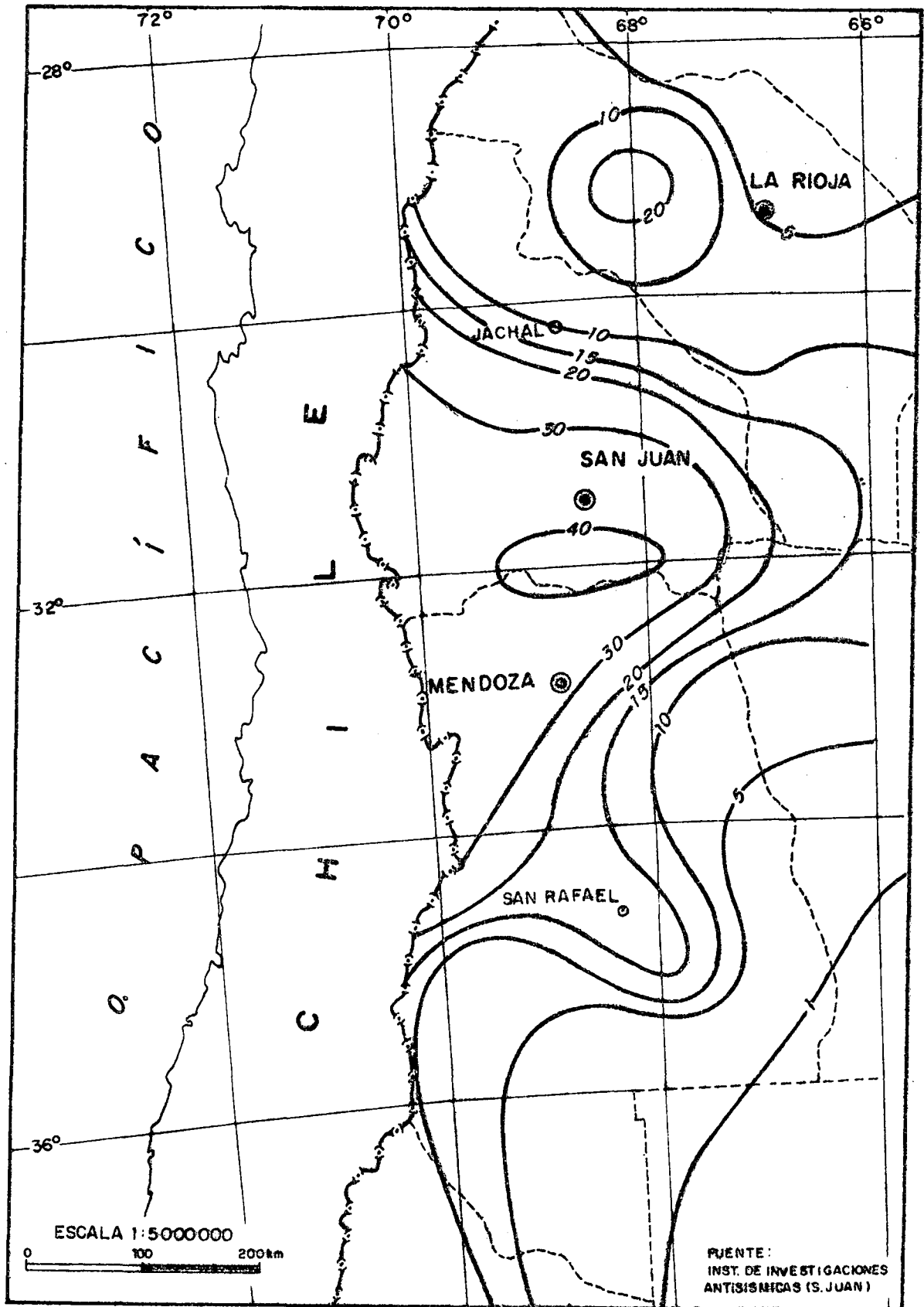
TIEMPO DE RIESGO 1 AÑO - VELOCIDAD MAX. TERRENO 1 cm/seg.



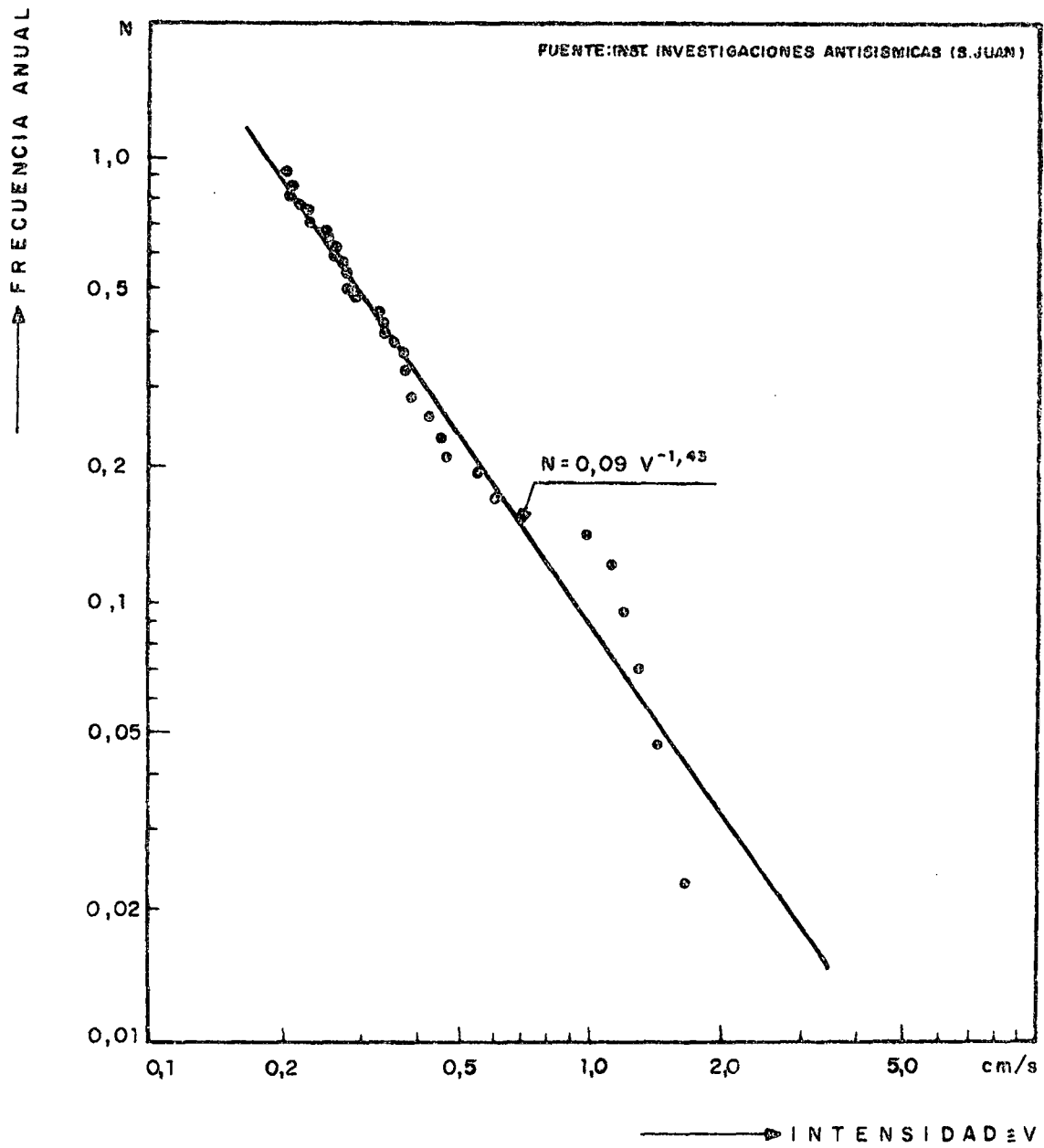
RIESGO SISMICO EN LA REGION DE CUYO
TIEMPO DE RIESGO 10 AÑOS - VELOCIDAD MAX. TERRENO 10cm/seg.



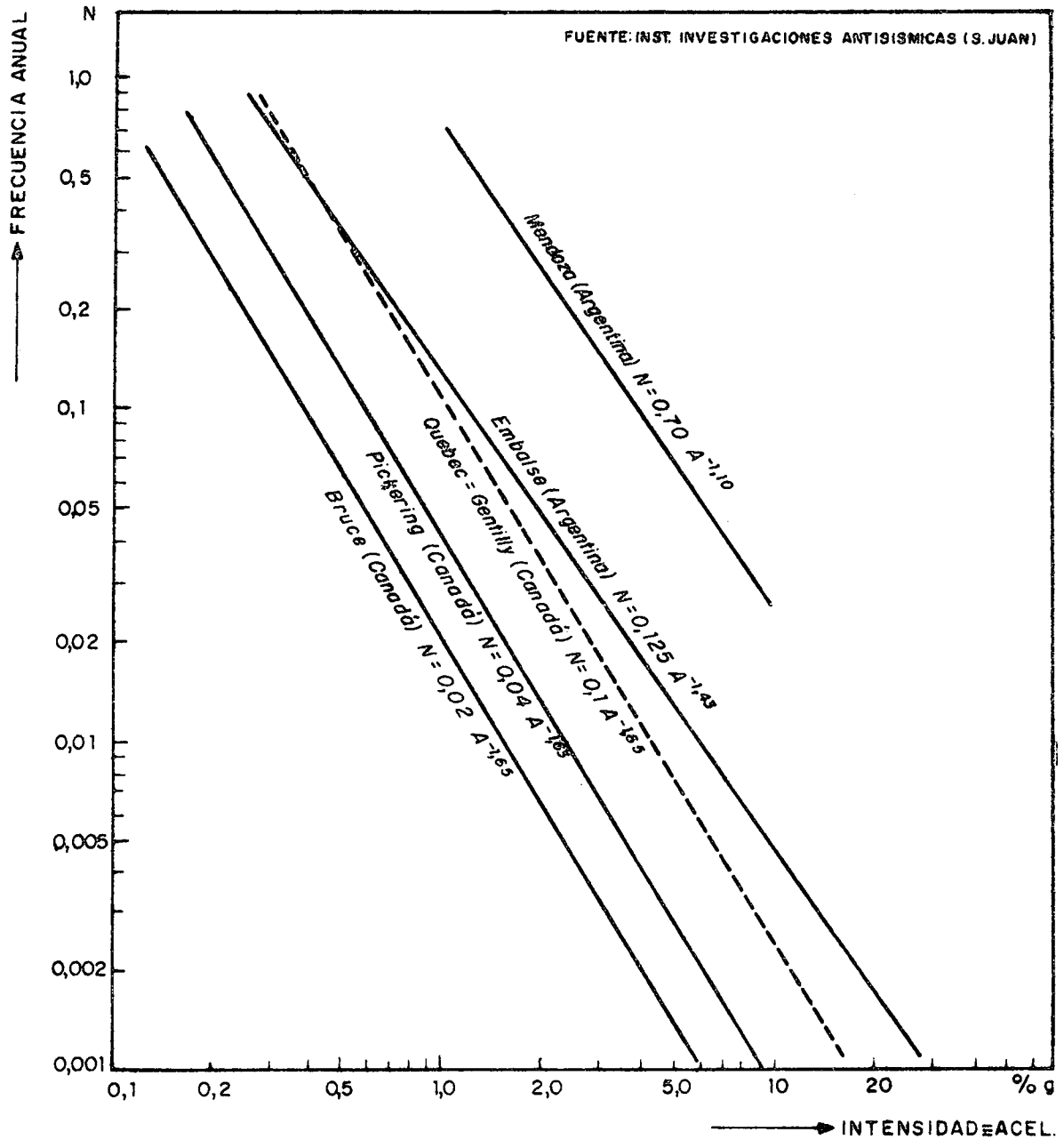
RIESGO SISMICO EN LA REGION DE CUYO
 TIEMPO DE RIESGO 100 AÑOS - VELOCIDAD MAX. TERRENO 50cm/seg.



EVOLUCION DE LA INTENSIDAD SISMICA EN RIO TERCERO
INTERVALO 1920-1970



EVOLUCION DE INTENSIDAD SISMICA



3.7.2. Polución térmica de las aguas

Se entiende que cualquier cambio en la calidad del agua puede interferir con la biota acuática o con los usuarios de la misma. La disminución de la calidad del agua se asocia generalmente con el decrecimiento o cese de los procesos normalmente deseables, o con el acrecentamiento de los normalmente indeseables, por lo que se puede calificar a los aumentos y disminuciones de temperatura como "polutantes".

El agua puede ser considerada como afectada por la polución térmica, cuando la diversidad de especies de organismos naturalmente presentes es modificada o reducida en un porcentaje dado con respecto al estado que ha sido predeterminado para un sitio particular.

3.7.2.1. Estudios de calidad del agua

Los cambios estacionales en la temperatura del agua son fenómenos naturales que influyen profundamente en el ciclo anual del proceso biológico. Dentro de estos cambios puede haber grandes fluctuaciones en relativamente cortos términos, asociados con ocurrencias naturales.

Para decidir sobre si los agregados de calor hechos por el hombre pueden ser descriptos como polución, es necesario averiguar si cuando se superponen a estas fluctuaciones naturales, se alcanzan condiciones que produzcan un desequilibrio ambiental.

Además de estos cambios estacionales y cambios de corto término de temperatura, hay también cambios de largo término y atribuibles a las actividades del hombre, posiblemente irreversibles, y con acrecentamientos de temperatura relativamente pequeños.

Se han hecho estudios recientes en lagos y ríos, y así se ha mostrado que para el año 2.000, el calor entrado al lago Ontario desde varias fuentes industriales será equivalente al 6% de la fluctuación natural anual del calor contenido en el lago. Se esperan los resultados de los cálculos para determinar el efecto que tendrá este agregado en el equilibrio total de temperatura.

En estos estudios, las mediciones de temperatura del agua son hechas en sitios determinados para obtener información que ayude al diseño del sistema de refrigeración del condensador de centrales, y estos datos pueden proveer orientación sobre la importancia de la temperatura en la vida acuática del área.

En la Figura 6-32 se muestran los rangos de temperatura diaria en el fondo del lago Erie, cerca de la tubería de toma de agua de refrigeración de la central Nanticoke. Las grandes fluctuaciones observadas durante un día dado y en un período de varios días, son comparables a aquéllas que pueden ser producidas por el movimiento de una descarga térmica bajo la influencia de vientos y corrientes variables. La Figura 6-33 muestra los máximos y mínimos diarios de las temperaturas de toma del agua de refrigeración registrados en la central Lakeview del lago Ontario. De particular interés aquí, es la brusca caída desde 23°C a 5,5°C en un período de 5 días durante el mes de agosto. Esta caída natural de temperatura habría tenido tanta importancia en los organismos acuáticos del área, como un crecimiento en la temperatura de similar magnitud.

El área y la profundidad de agua influenciada por una descarga térmica son de importancia básica en un estudio de impacto biológico de centrales generadoras térmicas. Las altas temperaturas del agua quedan confinadas a las capas superiores y a una distancia de 1.500 m del punto de descarga, las temperaturas se aproximan a las del ambiente.

Los niveles de oxígeno disuelto tienen una influencia importante en el metabolismo respiratorio y otras actividades de organismos acuáticos. Los dos principales efectos del aumento de la temperatura del agua traen como consecuencia la disminución de contenido de oxígeno en equilibrio, y el incremento de los requerimientos de oxígeno por los organismos. Se han hecho estudios sobre el primero de estos dos efectos encontrándose que en ningún momento, durante el pasaje del agua por los tubos del condensador, o durante la refrigeración inicial del agua en el canal de descar-

carga, hubo una pérdida significativa de oxígeno disuelto. El agua descargada estuvo a menudo en una condición altamente supersaturada pero se equilibró a una temperatura más baja sin pérdida de oxígeno.

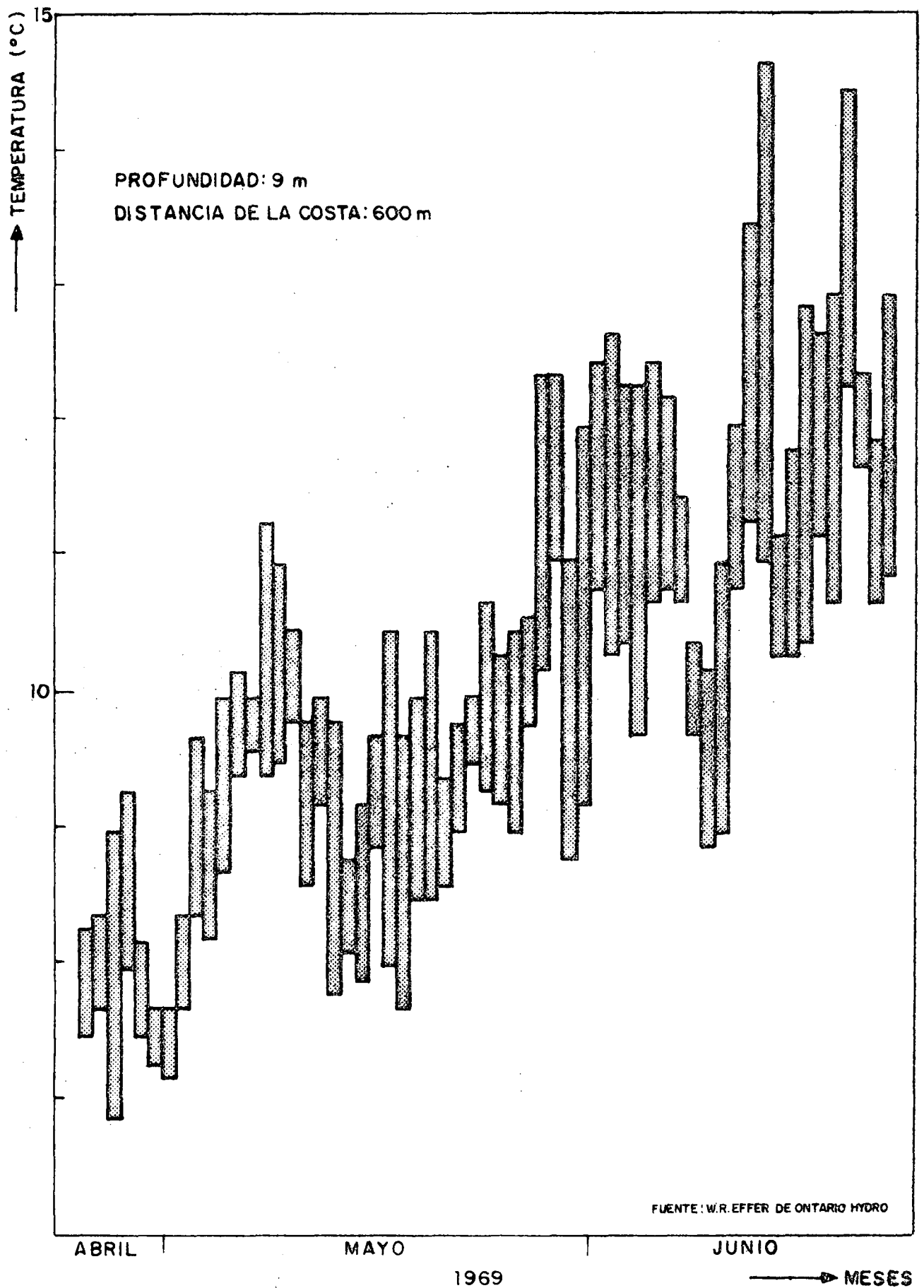
La muy alta disolución de oxígeno en este lugar, indica que el acrecentamiento de la demanda de oxígeno debido al aumento de temperatura podría ser satisfecho fácilmente.

3.7.2.2. Estudios biológicos

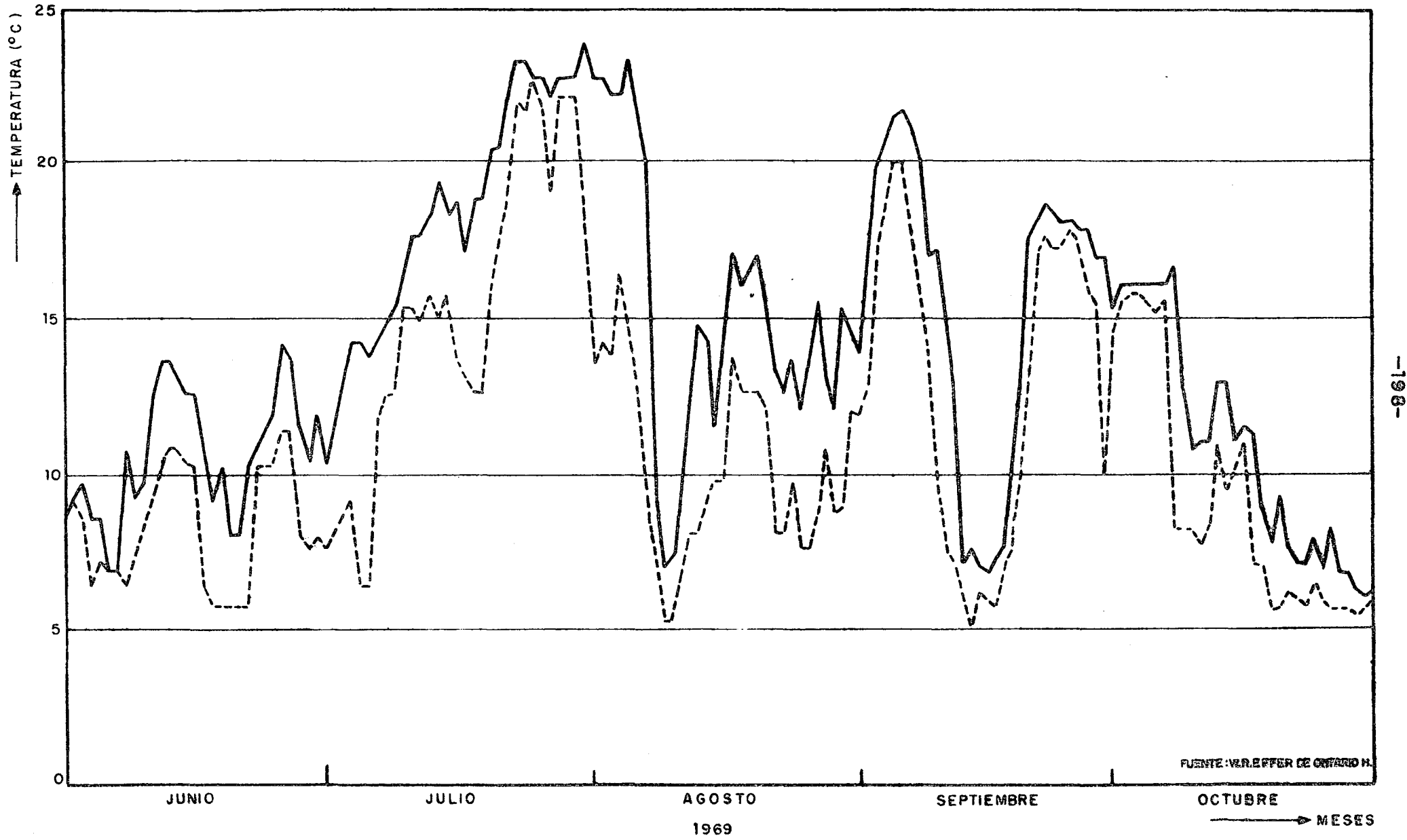
En E.E.U.U. se han hecho estudios sobre el efecto del aumento de temperatura en las tasas de crecimiento de algas acuáticas, con diferencias de temperatura entre la toma y la descarga, de 8°C en invierno y de 6°C en verano. En placas sumergidas al efecto, fué medido el crecimiento de las algas filamentosas obteniendo el producto de la longitud media de filamento por la fracción de superficie cubierta de las placas (Figura 6-36). En la baja temperatura del canal de toma, había una onda de crecimiento del final de marzo cuando la temperatura del agua subió arriba de 7°C. Este rápido crecimiento continuó bajo temperaturas que alcanzaron aproximadamente a 18°C en julio. Arriba de esta temperatura los filamentos empezaron a decaer y desprenderse. En las más altas temperaturas del canal de descarga, el crecimiento ocurrió a ligeramente mayores tasas durante los meses de invierno, pero no hubo una rápida onda de crecimiento cuando las temperaturas del agua crecieron.

Las temperaturas favorables para el crecimiento de algas acuáticas, existieron por un muy largo período en los meses de invierno en el canal caliente de descarga, y aún así el crecimiento no fué excesivo. Esto puede deberse a la menor duración del día y menor intensidad de la luz durante este período del año. El alga más común encontrada en crecimiento en las placas fué el alga filamentosa *Cladophora*, pero con temperaturas más frías en el canal de toma, era dominante otra alga filamentosa, la llamada *Ulothrix*.

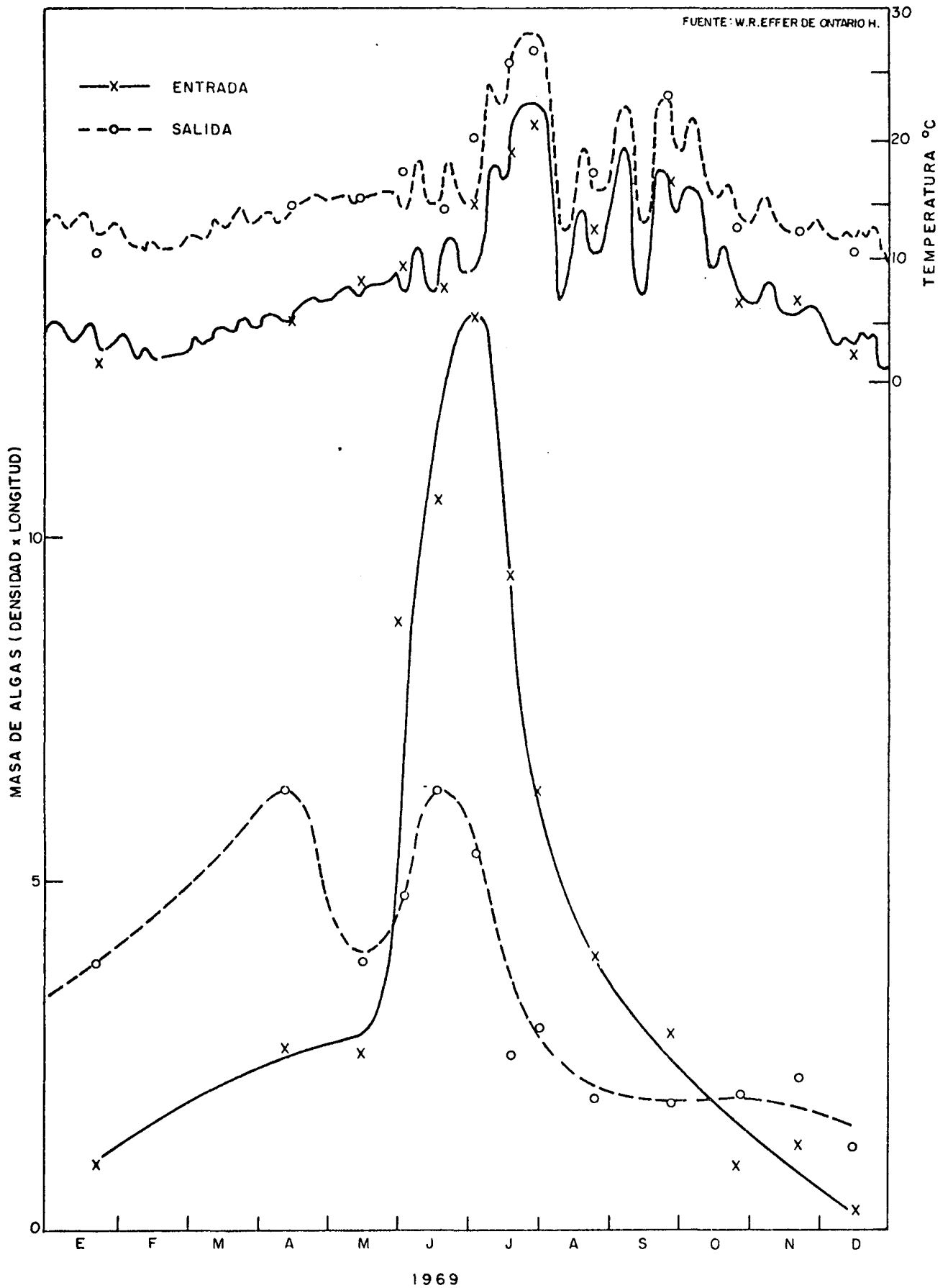
RANGO DIARIO DE TEMPERATURA EN ENTRADA DE AGUA EN NANTICOKE



MINIMAS Y MAXIMAS DIARIAS DE TEMPERATURAS DE TOMA EN LA CENTRAL LAKEVIEW



CRECIMIENTO DE ALGAS FILAMENTOSAS Y TEMPERATURA DEL AGUA



El excesivo incremento de la temperatura eliminará o reducirá las formas microscópicas de phyto plankton y otras algas, que son la fuente alimenticia de organismos superiores en el agua.

Varios estudios en el lugar han mostrado que cuando las temperaturas del agua exceden firmemente los 35°C, ocurren grandes cambios al pasar de las especies que toleran agua fría a las especies que toleran agua caliente. A las temperaturas más frías, hasta aproximadamente 29°C, la población de algas es generalmente dominada por las diatomeas. Cuando la temperatura crece hasta 32°C, las algas verdes crecen más rápidamente, y arriba de 35°C prevalecen las algas verdes azuladas. Por su bajo valor nutritivo, gusto desagradable y olor que le da al agua, los miembros de este último grupo son considerados indeseables en general. Los análisis de crecimiento de algas en las placas, mostraron que la diversidad de especies no disminuyó en el canal de descarga. El crecimiento estacional y la declinación de ciertas formas ocurrió sobre un período ligeramente más temprano bajo el régimen más alto de temperatura. En las más altas temperaturas del verano hubo un mayor cambio en el canal de descarga al pasar de población dominante de diatomeas a una dominada por algas verdes. De todos modos nunca se registraron algas verde-azuladas más que en forma de algunas trazas. La temperatura máxima de descarga en esta experiencia fue 29°C.

Con referencia a los efectos de descargas térmicas en los peces, ha quedado establecido por muchos estudios que las temperaturas fuera de un rango dado pueden afectar adversamente el metabolismo del cuerpo de las especies, hábitos de desove, desarrollo y movimiento del huevo.

De todos modos, hay algunas diferencias entre una instalación en la orilla del lago y aquella emplazada en un río o estuario. En estas últimas localizaciones el concepto es que la descarga de agua caliente puede ocupar o influenciar tan grande proporción del caudal, que una barrera térmica atraparía a los peces o impediría su movimiento arriba o abajo del curso durante el desove.

En la instalación a orillas del lago, en cambio, a los peces les es posible elegir su temperatura preferida e irse lejos si las temperaturas se vuelven excesivas. Aún así, durante el desove, el pez y sus huevos en desarrollo, son incapaces de moverse lejos de las fluctuaciones de temperatura en un tiempo en que los requerimientos de temperatura son relativamente ajustados y específicos para cada especie de peces. El movimiento irregular de la capa térmica calefaccionada sobre el área de desove puede posiblemente ocasionar fluctuaciones de temperatura que influyeran el comportamiento en el desove.

De todo esto se concluye que para evaluar el impacto ecológico de una central, es necesario realizar estudios pre y pos operacionales.

3.7.2.3. Límites en la temperatura

En nuestro país no existen reglamentaciones que limiten la temperatura de descargas en ríos y lagos, no obstante Agua y Energía Eléctrica adopta el criterio que limita el aumento de temperatura en los ríos entre 2°C y 3°C y establece la temperatura máxima del agua en 20 °C para peces de agua fría, y entre 28°C y 34°C para peces de agua caliente.

Otro campo polémico es el que se refiere a la extensión de la zona en la que se permitiría el mezclado de agua caliente. Es decir, cuál es el área requerida para refrigerar el agua de descarga al límite permitido de temperatura.

De todos modos, es obvio que no todos los ríos del país pueden convertirse en ríos aptos para truchas, ni todos los lagos en sedes de clubes de pesca. Al respecto se ha sugerido que algunas corrientes de agua sean destinadas exclusivamente a fines industriales, y que en consecuencia tengan menos restricciones en las normas de calidad del agua.

Además, existen soluciones para reducir el impacto de las descargas térmicas, ya sea por adecuados diseños de las estructuras de toma y descarga, o por uso del agua caliente para: riego de tie-

rras agrícolas, cultivos de peces y mariscos, despeje de hielos o para uso de industrias próximas.

3.7.3. Polución atmosférica

Las centrales nucleares, a diferencia de las centrales térmicas a combustibles fósiles, no descargan en la atmósfera gases residuales de la combustión. Pero en caso de utilizar sistemas de refrigeración por "torres húmedas" o por "estanques con radiadores" llevan a la atmósfera nubes de vapor y/o nieblas que pueden constituir modificaciones de ésta, dañinas y molestas, y afectar el microclima local.

Esta emisión se conoce con el nombre de "penacho" o "pluma", y el alcance de sus efectos de cierta intensidad puede estimarse limitado a un radio de 5 km. En este radio debe considerarse el eventual efecto sobre los cultivos.

El aporte de humedad a la atmósfera (0,75 m³/seg) en un año es equivalente a una lluvia de 300 mm anuales en una superficie de 5 km de radio.

Los principales efectos dañinos o molestos son causados por gotitas de agua arrastradas, y por la niebla. Las gotitas de agua arrastradas alcanzan a un orden de 0,2% del caudal de agua de refrigeración, es decir aproximadamente 70 l/seg. Afectan las carrocerías de autos, carpinterías y estructuras metálicas en general. Son sumamente molestas en vecindad de poblaciones, y constituyen un riesgo en proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión, dado que el depósito de gotas provoca arcos y cortocircuitos. Pueden ocasionar problemas de formación de hielo.

La niebla se forma con el aporte de la evaporación, la que alcanza al 2% del agua circulada en refrigeración, es decir 680 l/seg. Afecta la visibilidad, y provoca depósitos de hielo en épocas de baja temperatura.

3.7.4. Análisis ecológico de los embalses El Carrizal, El Nihuil y Ullum.

Se han considerado hasta aquí los efectos más estudiados de la polución en las aguas, señalándose que los aumentos y disminuciones no naturales de las temperaturas de las aguas se califican de "polutantes".

Ahora bien, los embalses, obras construídas por el hombre, no puede ser considerados como hechos naturales cuya alteración afectaría el orden natural preexistentes, pues su misma construcción ha constituido una alteración de éste, pero en los embalses ya existentes las condiciones imperantes han tomado estado y se han desarrollado especies de peces y consiguientes actividades turísticas, deportivas y comerciales que interesa mantener.

Estas consideraciones permiten establecer a título comparativo que la modificación de las condiciones de los embalses por la instalación de centrales nucleares, es de menor significación que la de construcción de embalses sobre ríos. Además la instalación de centrales nucleares sobre embalses o lagos naturales tiene menores efectos de polución térmica que su instalación sobre ríos.

En la consideración del factor ecológico en los tres embalses se debe distinguir entre las situaciones de la instalación de una o dos centrales nucleares. Para una sola central, con distintos grados de requerimientos de ingeniería especial, la refrigeración se hará por circuito abierto, y para una segunda central se requiere en distintos grados la utilización de sistemas de refrigeración por circuito cerrado.

En la refrigeración por circuito abierto, la polución térmica es proporcional al aumento medio de temperatura en el embalse, y en la refrigeración por circuito cerrado, la polución es de tipo atmosférico, y será proporcional a la potencia térmica que se disipe por evaporación.

Se califican a continuación para este factor los tres embalses, con la advertencia de que deben realizarse en los lugares, estudios pre y post operacionales para establecer las reales condicio-

nes e imponer la obligación de introducir las obras correctoras que la autoridad competente considere pertinente según los resultados de dichos estudios.

A continuación se efectúa el análisis ecológico particular para cada uno de los embalses.

3.7.4.1. Ubicación embalse El Carrizal

La superficie mínima normal útil de este embalse en verano no es de 1.005 ha, y en esta condición, que es la más desfavorable, la elevación media de la temperatura en superficie, por la descarga de una central de 600 MW, es de 3,1°C, con una temperatura media superficial de 29,1°C y para el estado medio del embalse, con 2.000 ha de superficie útil, la elevación de la temperatura por descarga de una central de 600 MW es de 2°C, con una temperatura media superficial de 18°C.

En consecuencia, en carácter preoperacional, no existe ninguna objeción que hacer en cuanto a polución térmica para la instalación de una central de 600 MW, refrigerada con agua del embalse, en circuito abierto, y por ello se califica a la ubicación con el valor 10.

Para no exceder los 3°C de aumento de temperatura producidos por la instalación de una central nuclear, la segunda central tendrá que ser refrigerada en alguna medida por circuito cerrado, y en consecuencia el efecto a prever es el de la polución atmosférica, el que se hará sentir sobre los cultivos y sobre la población de Villa Regina dentro de los 5 km del emplazamiento en la costa O, y sobre instalaciones de Y.P.F. en la costa E. Por lo expuesto, para una segunda central se califica a la ubicación con el valor 5, y el valor promedio resultante para instalación de dos centrales es 7,5.

3.7.4.2. Ubicación embalse El Nihuil

El Nihuil presenta condiciones más ajustadas para instalación de una central de 600 MW refrigerada por circuito abierto, ya que para la superficie mínima útil, ocurrida una vez excepcionalmente en invierno, el aumento de temperatura superficial media sería de

6,5°C, con temperatura media superficial resultante de 14.5°C.

Para la situación más representativa de mínimo embalse útil en verano se tendría un aumento de 4°C con temperatura media superficial resultante de 26°C, y por último, para el estado medio del embalse, el aumento sería de 2,5°C, con una temperatura media superficial resultante de 17,5°C.

Si bien en la situación más representativa se excede en 1°C el límite fijado para el aumento de la temperatura del agua, se considera que no es ésta una situación tan extrema como para descartar la instalación de una central refrigerada por circuito abierto, por lo que la calificación resultante para la instalación de una central, es 8.

Analizadas las eventuales consecuencias de la instalación de una segunda central en la costa N, próxima a la presa, con refrigeración por circuito cerrado, se puede prever que la contaminación atmosférica afectará la instalación industrial y las casas existentes en dicha costa y en menor medida la villa del Nihuil, en la margen S. La situación para la segunda central es análoga a la de El Carrizal, y en consecuencia se le asigna el valor 5 y la calificación promedio resultante para dos centrales resulta ser 6,5.

3.7.4.3. Ubicación embalse Ullum

El embalse de Ullum se encuentra en construcción y en consecuencia sólo se pueden realizar aproximaciones por comparación con obras similares. En cuanto a los problemas ecológicos que puedan aparecer en el caso de instalar una central nuclear de 600MW refrigerada con circuito abierto utilizando las aguas del embalse, nos limitaremos solamente a analizar los saltos de temperatura probables debidos a la eliminación de calor de la central.

Como ya se dijo para las condiciones más desfavorables previstas, con una superficie útil mínima de embalse de 420 ha y una temperatura del agua en superficie de 26°C, el incremento de la temperatura será de 8°C, valor que sobrepasa los valores acon-

sejados. Para poder hacer afirmaciones más concretas en este tema, es necesario conocer realmente el plan de utilización de las aguas del futuro embalse, es decir habrá que esperar a la finalización de las obras y realizar observaciones desde ese momento en adelante.

De todos modos, sobre la base de los cálculos hechos para la condición de mínimo embalse prevista, se califica la ubicación para una central refrigerada por circuito abierto con el valor numérico 0.

La instalación de una segunda central con refrigeración por circuito cerrado determinaría una dañina polución atmosférica en los balnearios, zonas comerciales y de viviendas proyectadas en el mismo lugar. Por ello se califica con 0 a esta segunda situación del conjunto de dos centrales.

3.7.5. Análisis ecológico de la ubicación Bardas Blancas

Como se ha visto, las condiciones de aceptabilidad de una descarga de agua caliente en un río son más rígidas que en un lago, pues el agua caliente puede originar una barrera térmica que se oponga al desplazamiento de los peces.

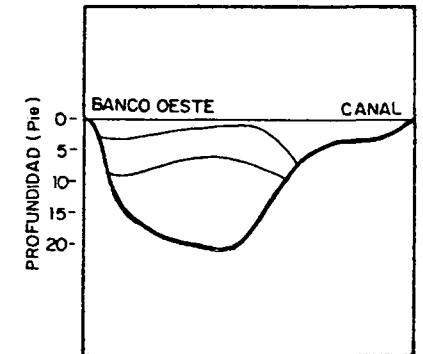
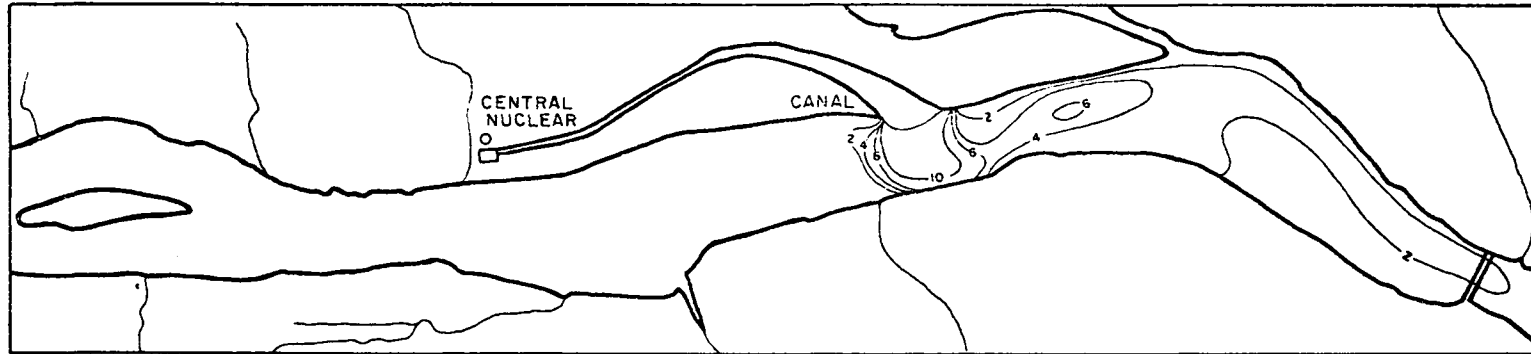
En la Figura 6-37, correspondiente a estudios realizados en el Connecticut River, se observa la forma de distribución del colchón de agua caliente, y el gradiente térmico en planta y en corte transversal. El Connecticut River tiene un caudal medio de 450 m³/seg y un caudal mínimo de 27 m³/seg, en Haddam Neck, donde la "Connecticut Yankee Atomic Power Company" instaló una central de 600 MW.

En el caso del río Grande, se ha indicado el salto de temperatura producido por la descarga del sistema de refrigeración de la central sobre el río, y se aclaró que éste tiene variaciones de acuerdo a la época del año. Se puede esperar que este incremento térmico sea de 2°C durante el período de octubre a marzo y de 6°C desde abril hasta setiembre. Teniendo en cuenta las recomendaciones sobre valores aceptables para no producir anoma-

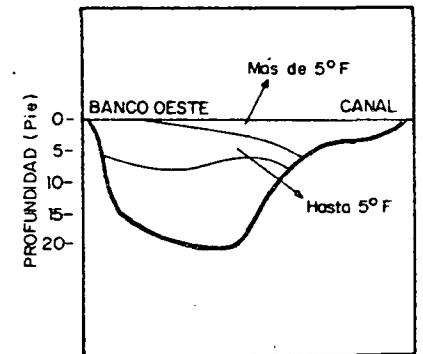
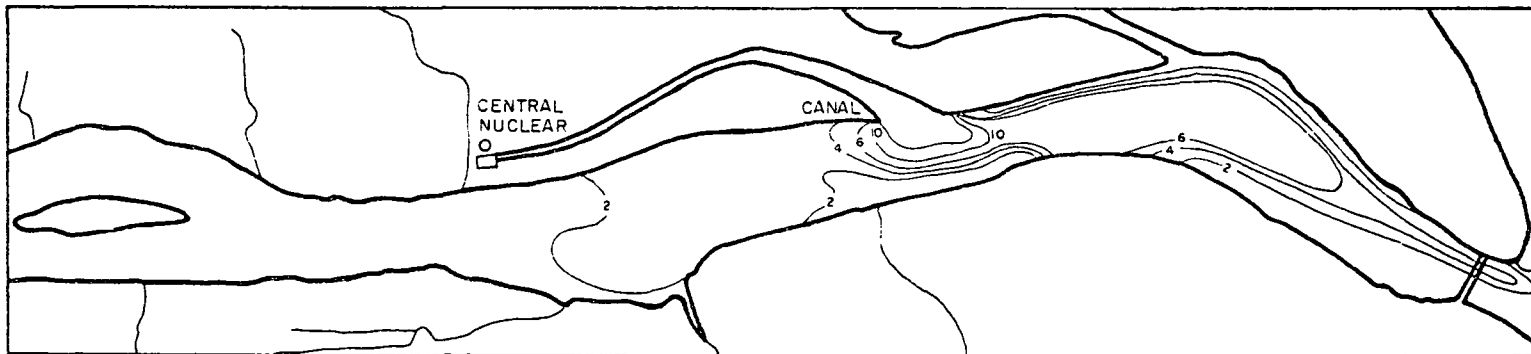
FIGURA 6-37

POLUCION TERMICA EN CONNECTICUT RIVER

BAJO REPUNTE DE LA MAREA



MEDIA BAJAMAR



FUENTE : SCIENTIFIC AMERICAN

lías en los ciclos biológicos de la fauna ictícola, durante el primer período no se sobrepasarían aquellos, pero si ocurriría en el segundo período. No obstante es probable que este inconveniente se pueda salvar haciendo obras especiales en el sistema de descarga de las aguas calentadas por la central.

De todas maneras, el análisis del problema de polución térmica en las aguas de este río merecería un trabajo especial de investigación del que surgiría una recomendación definitiva.

Mientras tanto, se sugiere considerar como factible desde el punto de vista ecológico, el emplazamiento de una central nuclear de 600 MW refrigerada por sistema abierto, y asignar para esta situación el valor 2,5 que corresponde en la escala usada, a la condición de "costosa pero practicable".

El salto térmico total de dos centrales alcanza un valor no controlable desde el punto de vista ecológico, y en consecuencia se califica esta situación con el valor 0.

3.7.6. Análisis ecológico de las ubicaciones de Alvarez Condarco, Valle de Uco, Galileo Vitali y Topón del Atuel

Estas cuatro ubicaciones, sólo admiten refrigeración por circuito cerrado. En consecuencia la polución que produzcan será solamente atmosférica.

Se considera que la polución atmosférica no afecta mayormente en el caso de Alvarez Condarco por su alejamiento de cultivos y poblaciones, aunque se encuentra próxima a la usina hidroeléctrica del mismo nombre. Esto es válido tanto para una como para dos centrales, y la calificación según la escala antes citada es 7,5, correspondiente al límite superior del rango "condiciones aceptables".

En las ubicaciones de Valle de Uco y Topón del Atuel los cultivos y poblaciones más próximas se encuentran a 5 km, y puede preverse que en un futuro podrían avanzar sobre ese límite. Para evitar los efectos indeseables della polución atmosférica

sobre los mismos habrá que recurrir a instalaciones especiales de refrigeración por circuito cerrado, más costosas que las corrientes. Esto es válido para la instalación de una o dos centrales y la condición corresponde a la calificación 5 de la escala.

Por último, la ubicación Galileo Vitali se encuentra lindando con los cultivos y muy próxima a la ciudad de 25 de Mayo, razón por la cual las perturbaciones de la contaminación atmosférica serán más dañinas que en las otras ubicaciones aquí consideradas, y en consecuencia serán más importantes las instalaciones especiales requeridas para suprimirlas o reducirlas a un mínimo. Por ello se califica esta ubicación con 2,5 para el factor ecológico, sea para la instalación de una o dos centrales.

3.8. Factor incidencia sobre la población y los cultivos

3.8.1. Generalidades.

La incidencia sobre la población y los cultivos ha sido analizada ya en el aspecto ecológico, al hacer referencia a la "polución térmica" del agua, y al considerar en la "polución ambiental" los daños y molestias a la población por las eventuales nubes de vapor y agua y la posibilidad de que los cultivos próximos a la central se vean afectados por la modificación del grado de humedad atmosférica.

Por ello, se analizan con este factor las condiciones de las distintas ubicaciones en lo que afectan a la población y a los cultivos al modificar la disponibilidad de agua (Figura 3-21).

En Cuyo, donde la disponibilidad de agua es esencial para los usos humanos, industriales y de riego de cultivos, se impone la evaluación de los nuevos consumos de agua que habrán de afectar a la utilización actual o futura, con motivo del nuevo uso que el agua tiene en la central.

Esta evaluación presenta dificultades pues se desconoce la totalidad de los recursos de agua, y sólo se conoce la forma en que se presenta actualmente la disponibilidad de agua superficial.

Asimismo, está bien claro que recursos como el revestimiento de canales de riego para evitar las pérdidas por filtración, no han sido aplicados en su totalidad. La intercomunicación de estas pérdidas con la riqueza de las napas no hace sino poner de manifiesto la complejidad del problema y el campo de estudio que hay por delante

La decisión de crear los embalses de El Nihuil y El Carrizal, con una pérdida de agua por evaporación de 3 m³/seg y 1 m³/seg respectivamente, la de crear nuevos embalses por requerimientos de regulación, generación de energía y regadío, la de instalar destilerías con consumo del 1 m³/seg, causarían un consumo de agua del mismo orden que el de una central nuclear de 600 MW con pérdidas por evaporación adicional de 0,25 m³/seg sobre embalse y 1 m³/seg con refrigeración por circuito cerrado con dispositivos húmedos.

Esta breve síntesis sobre la cuestión de los usos prioritarios del agua, pone de manifiesto que las decisiones escapen al alcance de este estudio.

3.8.2. Calificación de las ubicaciones

Se considera que la pérdida de 1 m³/seg en Alvarez Condarco es la que tiene más influencia sobre la población y los cultivos, pues las aguas del río Mendoza son totalmente utilizadas en la actualidad.

Las condiciones de las ubicaciones de Valle de Uco, Galileo Vitali y Topón del Atuel se consideran equivalentes y algo mejores que la anterior en cuanto a este factor, para la misma pérdida por evaporación.

Las ubicaciones de El Nihuil, El Carrizal y Ullum, son notoriamente más convenientes en este aspecto, pues ya se ha dicho que la evaporación adicional es 1/4 de la de circuito cerrado.

Por último, una ubicación con refrigeración en circuito abierto

sobre un río, como es el caso de Bardas Blancas, donde aguas abajo casi no hay poblaciones ni cultivos, se presenta como la más conveniente.

Sobre la base de estas consideraciones, resulta:

<u>Ubicación</u>	<u>Una central</u>	<u>Dos centrales</u>
Bardas Blancas	Valor 10	Valor 10
El Carrizal	Valor 8	Valor 5
El Nihuil	Valor 8	Valor 5
Ullum	Valor 8	Valor 5
Valle de Uco	Valor 2	Valor 1
Galileo Vitali	Valor 2	Valor 1
Topón del Atuel	Valor 2	Valor 1
Alvarez Condarco	Valor 0	Valor 0

4. Evaluación y conclusiones

4.1 Calificación de ubicaciones posibles

Se han analizado ocho ubicaciones posibles, que són:

a) En la Provincia de San Juan:

Embalse Ullum sobre el río San Juan.

b) En la Provincia de Mendoza:

Alvarez Condarco sobre el río Mendoza

Embalse El Carrizal sobre el río Tunuyán

Valle de Uco sobre el río Tunuyán

Galileo Vitali sobre el río Diamante

Topón del Atuel sobre el río Atuel

Embalse El Nihuil sobre el río Atuel

Bardas Blancas sobre el río Grande

El análisis se ha hecho con respecto a los ocho factores básicos siguientes:

Factores técnicos: Agua de refrigeración
Condiciones del terreno
Integración al Sistema Interconectado
Infraestructura
Riesgo radiosanitario
Riesgo sísmico

Factores del medio ambiente: Ecología
Incidencia sobre la población y los
cultivos.

A los ocho emplazamientos posibles analizados se los ha calificado en cuanto a las condiciones que presentan en cada uno de estos factores, para la instalación de 1 ó 2 centrales nucleares de 600 MW según la "escala de calificación numérica" dada. El resumen de las calificaciones asignadas a los ocho emplazamientos para los casos se da en la Tabla 6-13.

4.2 Peso de los factores

4.2.1. Generalidades

La valoración de los factores, mediante la asignación de un peso representativo de su importancia relativa, se hizo teniendo en cuenta fundamentalmente su significación en la región de Cuyo.

Para obtener una equilibrada distribución de los pesos, se siguieron dos procedimientos de modo de obtener una posibilidad de comparación que permitiera la crítica de los resultados.

4.2.2. Comparación de conjunto

El primer procedimiento consiste en asignar pesos en una escala de 1 a 10, a los ocho factores considerados, según las siguientes premisas:

- a) El carácter nuclear de la instalación determina que el peso máximo corresponde al "riesgo radiosanitario"
- b) Las condiciones particulares de la región destacan especialmente la importancia de la "disponibilidad de agua para refrigeración", el "riesgo sísmico" y la "incidencia sobre la población"

TABLA 6-13

CUADRO DE CALIFICACIONES DE LAS 8 UBICACIONES EN LAS VARIANTES DE 1 Y 2 CENTRALES

FACTORES	Carrizal		Nihuil		Ullum		Bardas B.		Alv. Cond.		V. de Uco		G. Vitali		T. del Atuel	
	1c	2c	1c	2c	1c	2c	1c	2c	1c	2c	1c	2c	1c	2c	1c	2c
1) Disponibilidad de agua de refrigeración.	7,5	6,25	6,5	4,5	4	3,25	5	2,5	1	1	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
2) Condiciones del terreno	1	1	8	8	1	1	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3
3) Integración al Sistema Interconectado	9	9	3	3	5	5	1	1	10	10	7	7	5	5	4	4
4) Infraestructura	8	8	6	6	9	9	0	0	9	9	7	7	8	8	8,5	8,5
5) Riesgo radio-sanitario	8	8	9,5	9,5	8	8	10	10	7,5	7,5	9	9	9	9	9	9
6) Riesgo sísmico	5	5	8	8	1	1	9	9	3	3	5	5	7	7	7	7
7) Ecología	10	7,5	8	6,5	0	0	2,5	0	7,5	7,5	5	5	2,5	2,5	5	5
8) Incidencia sobre la población y los cultivos	8	5	8	5	8	5	10	10	0	0	2	1	2	1	2	1

y los cultivos"

- c) Los factores de : "condiciones del terreno" e "integración al Sistema Interconectado" son resolubles técnicamente mediante un cierto costo económico.
- d) La falta de "infraestructura" y los riesgos de polución que interesan a la "ecología" también tienen soluciones técnicas.

Por lo expresado, los factores mencionados en c) y d) se consideran de menor "peso". Se asignaron luego pesos a los factores dando valor 10 al más importante, y a los demás valores decrecientes en una unidad, según el orden de importancia.

A - Disponibilidad de agua de refrigeración	9
B - Condiciones del terreno	5
C - Integración al Sistema Interconectado	6
D-- Infraestructura	4
E - Riesgo radiosanitario	10
F - Riesgo sísmico	8
G - Ecología	3
H - Incidencia sobre la población y los cultivos	7

4.2.3. Comparación por pares

Este procedimiento compara cada factor una vez con cada uno de los restantes factores, de a pares, para establecer grados de importancia relativa (grados 0,1 y 2).

Los grados de importancia relativa se establecieron así: en la comparación de A con B, si A es mucho más importante que B se consigna A2; si es más importante pero en menor grado se pone A1; para el caso de un mismo orden de importancia A0 ó B0; si el más importante es B, se pone la letra B con uno de los 2 grados que corresponda. Con los otros factores se procede igualmente. Al factor G que resulta relativamente menos importante que los demás, se le asignó 1 punto.

Esta comparación se volcó en el siguiente cuadro:

Factores	A	B	C	D	E	F	G	H	Puntaje	Porcent. (Pesos)
A	-	A2	A1	A2	A0	A0	A2	A1	8	21,1
B	A2	-	C1	B0	E2	F2	B2	H1	2	5,3
C	A1	C1	-	C1	E1	F1	C2	H1	4	10,5
D	A2	B0	C1	-	E2	F2	D2	H1	2	5,3
E	E0	E2	E1	E2	-	E1	E2	E1	9	23,7
F	F0	F2	F1	F2	E1	-	F2	F0	7	18,4
G	A2	B2	C2	D2	E2	F2	-	H2	1	2,6
H	A1	H1	H1	H1	E1	H0	H2	-	5	13,1
TOTALES									38	100,0

(Los pesos expresados en fracciones de 100 están dado en la última columna).

4.3. Evaluación final

Las calificaciones de la Tabla 6-13 se multiplicaron por los pesos de los respectivos factores, obtenidos según los dos procedimientos utilizados.

Los resultados de aplicar los pesos obtenidos por "comparación de conjunto" se consignan en la Tabla 6-14 para el caso de una central y en la Tabla 6-15 para dos centrales, y el ordenamiento de ubicaciones resultantes para ambos casos, en la Tabla 6-16.

Los resultados de aplicar los pesos obtenidos por "comparación por pares" se consignan en las Tablas 6-17 (para el caso de una central) y 6-18 para dos centrales, y el ordenamiento correspondiente de las ubicaciones, para ambos casos, en la Tabla 6-19.

4.3.1. Comparación de los valores resultantes en los dos procedimientos de asignación de "pesos"

Para una mejor comparación de los valores resultantes para las ubicaciones, en los dos procedimientos de asignación de "pesos" a los factores de evaluación, se homogeneizan los resultados igualando los valores para la ubicación del primer lugar y multiplicando los

TABLA 6-14

CALIFICACIONES PONDERADAS POR LOS "PESOS" DE LOS FACTORES SEGUN "COMPARACION DE CONJUNTO"
PARA LA INSTALACION DE UNA CENTRAL EN LAS 8 UBICACIONES POSIBLES

FACTORES	Carrizal	Nihuil	Ullum	Bardas Blancas	Alvarez Condarco	Valle de Uco	Galileo Vitali	Topón del Atuel
A	67,5	58,5	36,0	45,0	9,0	22,5	22,5	22,5
B	5,0	40,0	5,0	25,0	25,0	25,0	15,0	15,0
C	54,0	18,0	30,0	6,0	60,0	42,0	30,0	24,0
D	32,0	24,0	36,0	0,0	36,0	28,0	32,0	34,0
E	80,0	95,0	80,0	100,0	75,0	90,0	90,0	90,0
F	40,0	64,0	8,0	72,0	24,0	40,0	56,0	56,0
G	30,0	24,0	0,0	7,5	22,5	15,0	7,5	15,0
H	56,0	56,0	56,0	70,0	0,0	14,0	14,0	14,0
TOTALES	364,5	379,5	251,0	345,5	251,5	276,5	266,5	270,0

TABLA 6-15

CALIFICACIONES PONDERADAS POR LOS "PESOS" DE LOS FACTORES SEGUN "COMPARACION DE CONJUNTO"
PARA LA INSTALACION DE DOS CENTRALES EN LAS 8 UBICACIONES POSIBLES

FACTORES	Carrizal	Nihuil	Ullum	Bardas Blancas	Alvarez Condarco	Valle de Uco	Galileo Vitali	Topón del Atuel
A	56,25	40,50	29,25	22,50	9,00	22,5	22,50	22,50
B	5,00	40,00	5,00	25,00	25,00	25,00	15,00	15,00
C	54,00	18,00	30,00	6,00	60,00	42,00	30,00	24,00
D	32,00	24,00	36,00	0,00	36,00	28,00	32,00	34,00
E	80,00	95,00	80,00	100,00	75,00	90,00	90,00	90,00
F	40,00	64,00	8,00	72,00	24,00	40,00	56,00	56,00
G	22,50	19,50	0,00	0,00	22,50	15,00	7,50	15,00
H	35,00	35,00	35,00	70,00	0,00	7,00	7,00	7,00
TOTALES	324,75	336,00	223,25	295,50	251,50	269,50	260,50	263,50

TABLA 6-16

ORDENAMIENTO DE LAS UBICACIONES PARA "PESOS"
DE LOS FACTORES EN ESCALA 1 a 10

ORDEN	UBICACIONES	CALIFICACIONES PONDERADAS	
		1 Central	2 Centrales
1º	El Nihuil	380	336
2º	El Carrizal	365	325
3º	Bardas Blancas	346	296
4º	Valle de Uco	277	270
5º	Topón del Atuel	270	264
6º	Galileo Vitali	267	261
7º	Alvarez Condarco	252	252
8º	Ullum	251	223

TABLA 6-17

CALIFICACIONES PONDERADAS POR LOS "PESOS" DE LOS FACTORES SEGUN "COMPARACION POR PARES"
PARA INSTALACION DE UNA CENTRAL EN LAS 8 UBICACIONES

Factores	Carrizal	Nihuil	Ullum	Bardas Blancas	Alvarez Condarco	Valle de Uco	Gallleo Vitali	Topón del Atuel
A	158,3	137,2	84,4	105,5	21,1	52,8	52,8	52,8
B	5,3	42,4	5,3	26,5	26,5	26,5	15,9	15,9
C	94,5	31,5	52,5	10,5	105,0	73,5	52,5	42,0
D	42,4	31,8	47,7	0	47,7	37,1	42,4	45,1
E	189,6	225,2	189,6	237,0	177,8	213,3	213,3	213,3
F	92,0	147,2	18,4	165,6	55,2	92,0	128,8	128,8
G	26,0	20,8	0	6,5	19,5	13,0	6,5	13,0
H	104,8	104,8	104,8	131,0	0	26,2	26,2	26,2
Totales	712,9	740,9	502,7	682,6	452,8	534,4	538,4	537,1

TABLA 6-18

CALIFICACIONES PONDERADAS POR LOS "PESOS" DE LOS FACTORES SEGUN "COMPARACION POR PARES"
PARA INSTALACION DE DOS CENTRALES EN LAS 8 UBICACIONES

Factores	Carrizal	Nihull	Ullom	Bardas Blancas	Alvarez Condarco	Valle de Uco	Galileo Vitali	Topón del Atuel
A	131,9	95,0	68,6	52,8	21,1	52,8	52,8	52,8
B	5,3	42,4	5,3	26,5	26,5	26,5	15,9	15,9
C	94,5	31,5	52,5	10,5	105,0	73,5	52,5	42,0
D	42,4	31,8	47,7	0	47,7	37,1	42,4	45,1
E	189,6	225,2	189,6	237,0	177,8	213,3	213,3	213,3
F	92,0	147,2	18,4	165,6	55,2	92,0	128,8	128,8
G	19,5	16,9	0	0	19,5	13,0	6,5	13,0
H	65,5	65,5	65,5	131,0	0	13,1	13,1	13,1
Totales	640,7	655,5	447,6	623,4	452,8	521,3	525,3	524,0

TABLA 6-19

ORDENAMIENTO DE LAS UBICACIONES PARA "PESOS" DE LOS FACTORES POR COMPARACION POR PARES

a) Para instalación de una central nuclear			b) Para instalación de dos centrales nucleares		
Orden	Ubicación	Calificación ponderada	Orden	Ubicación	Calificación ponderada
1	El Nihuil	741	1	El Nihuil	656
2	El Carrizal	713	2	El Carrizal	641
3	Bardas Blancas	683	3	Bardas Blancas	623
4	Galileo Vitali	538	4	Galileo Vitali	525
5	Topón del Atuel	537	5	Topón del Atuel	524
6	Valle de Uco	534	6	Valle de Uco	521
7	Ullúm	503	7	Alvarez Condarco	453
8	Alvarez Condarco	453	8	Ullúm	448

de las restantes ubicaciones por el coeficiente necesario para obtener dicha igualación. El coeficiente es 1,95 para las condiciones de instalación de una y de dos centrales. Así, se obtiene la tabla siguiente:

Ubicaciones	Una Central		Dos Centrales	
	1er.proced. conjunto	2do.proced. por pares	1er.proced. conjunto	2do.proced. por pares
El Nihuil	741	741	656	656
El Carrizal	712	713	634	641
Bardas Blancas	675	683	577	623
Valle de Uco	540	534	527	521
Topón del Atuel	527	537	515	524
Galileo Vitali	521	538	509	525
Alvarez Condarco	491	453	491	453
Ullum	489	503	435	448

4.4. Análisis general de los resultados de la evaluación de emplazamientos.

1º) En el ordenamiento de las Tablas 6-16 y 6-19 las tres primeras posiciones son ocupadas en el mismo orden por las ubicaciones: El Nihuil, El Carrizal y Bardas Blancas, con ambos procedimientos de asignación de "pesos" a los factores y para las condiciones de instalación de 1 y 2 centrales.

Estas tres ubicaciones están netamente diferenciadas del resto en cuanto a la valorización de sus condiciones, como se observa en la Tabla 6-13.

El Nihuil: Presenta regularidad de buenas condiciones (aunque no óptimas) para todos los factores, con excepción solamente del de "integración al Sistema Interconectado", donde la dis-

tancia al centro de interconexión de Cruz de Piedra incide desfavorablemente. Se destaca como la ubicación más conveniente.

El Carrizal: Ofrece asimismo regularidad de buenas condiciones (no óptimas) para todos los factores excepto con respecto a las condiciones del terreno", las que son netamente desfavorables. Además ; para dos factores de gran importancia como son el "riesgo radiosanitario" y el "riesgo sísmico", sus condiciones son inferiores a las de El Nihuil. Constituye la ubicación más conveniente en el N de la región.

Bardas Blancas: El interés de esta ubicación radica en las posibilidades que ofrece para un sistema de refrigeración en circuito abierto directamente sobre el río, y en constituir el mejor lugar en cuanto a factores tan importantes como lo son el riesgo radiosanitario", el "riesgo sísmico" y la "incidencia sobre la población y los cultivos". No presenta una uniformidad de buenas condiciones para todos los factores, pues algunos son contrapuestos y el alejamiento que da excelentes condiciones para los factores mencionados, determina malas condiciones para la "infraestructura" y la "integración al Sistema Interconectado".

Debe ser objeto de un estudio muy detallado antes de adoptar una resolución que lo elija para el emplazamiento. Dicho estudio deberá profundizar el conocimiento del régimen hídrico del río Grande y los aspectos políticos de utilización de sus aguas.

2º) Un segundo grupo de ubicaciones lo constituye el integrado por Valle de Uco, Galileo Vitali y Topón del Atuel.

La evaluación realizada, a través de las pequeñas diferencias resultantes, muestra que son ubicaciones equivalentes. Más aún, según sea el procedimiento de asignación de "pesos" adoptado, dos ubicaciones, Valle de Uco y Galileo Vitali, intercambian las posiciones 4a y 6a.

Se señalan algunos aspectos particulares de las 3 ubicaciones.

Valle de Uco: La única desventaja de importancia con respecto a las otras dos ubicaciones se registra en factor "riesgo sísmico", pero presenta mejores "condiciones de terreno" y por hallarse en

en N de la provincia de Mendoza, mejores condiciones para la "Integración al Sistema Interconectado". En "ecología", es superior a Galileo Vitali, e igual a Topón del Atuel, y en "infraestructura" es ligeramente inferior a éstas.

Galileo Vitali y Topón del Atuel: En el S de la provincia de Mendoza, presentan condiciones prácticamente iguales entre sí para todos los factores.

3º) Un último agrupamiento lo constituyen las ubicaciones de Alvarez Condarco y Ullum.

Se observa en las tablas que según sea el procedimiento seguido para asignación de "peso" a los factores, estas ubicaciones intercambian la penúltima y última posición en la evaluación, lo cual evidencia lo poco conveniente de ambas.

Alvarez Condarco: Tiene condiciones notoriamente desfavorables en los factores de "disponibilidad de agua de refrigeración", "riesgo sísmico" e "incidencia sobre la población y cultivos", todos ellos de importancia. Sus ventajas radican en la proximidad al centro de interconexión y en las buenas condiciones de "infraestructura".

Ullum: Las condiciones para refrigeración por circuito abierto son muy ajustadas. Es sumamente desfavorable su relación con el "riesgo sísmico". Presenta malas condiciones ecológicas y de terreno.

Se considera que las ubicaciones de este último grupo deben ser descartadas.

4.5. Conclusiones.

Los resultados obtenidos con los dos procedimientos de evaluación, indican que El Nihuil es la ubicación más conveniente, ya sea para la instalación de una o de dos centrales nucleares de 600 MW.

Se ha llegado a esta conclusión a través de los criterios establecidos en la Segunda Parte, de la información suministrada en la Tercera Parte, y de la evaluación realizada en esta Cuarta Parte.

Se han señalado para esta ubicación las condiciones poco convenientes para integración al Sistema Interconectado por requerir

una línea de 230 km al centro de interconexión de Cruz de Piedra; pero de cualquier manera, la instalación de esa línea está prevista como parte del cierre del Sistema Nacional Interconectado desde Cruz de Piedra al Chocón.

Con respecto a la disponibilidad de agua para refrigeración quedó establecido que sólo se puede refrigerar una central por circuito abierto, y que la segunda central requerirá refrigeración por circuito cerrado. Esta última exigencia, como se ha visto, es común para todas las ubicaciones de la región de Cuyo.

La ubicación en El Nihuil significa instalar la central en el S de la región cuyana, y ello debe estar acorde con los objetivos de las políticas generales de planeamiento de gobierno, que no corresponde analizar en este estudio. En caso de que esas políticas señalaran como más conveniente una ubicación en el N de la provincia de Mendoza, la ubicación que reúne mejores condiciones es la de El Carrizal, y como alternativa la de Valle de Uco.

La ubicación de El Carrizal presenta la ventaja indudable de refrigeración por circuito abierto por lo menos para la primera central, pero tiene la desventaja de las malas condiciones del terreno. Esta desventaja admite soluciones técnicas que requieren un costo adicional.

La ubicación Valle de Uco requiere refrigeración por circuito cerrado aún para una central, con el atenuante de alguna participación en circuito abierto directamente sobre el río Tunuyán en algunas épocas del año. En compensación presenta condiciones apropiadas del terreno, en el primer análisis realizado.

Cualquiera sea la ubicación que la autoridad que corresponda elija en definitiva, será necesario realizar estudios más profundos sobre las condiciones del terreno para confirmar las condiciones requeridas por el anteproyecto, y el análisis de costos. Todo ello puede eventualmente determinar el descarte de un lugar y la necesidad de considerar las ubicaciones alternativas, realizando para los mismos estudios más profundos.

LA REGION CUYANA.

Se ha definido como región de Cuyo al territorio comprendido por las provincias de Mendoza y San Juan, que tienen características geográficas y humanas propias y bien definidas.

La descripción geográfica es un elemento necesario para analizar la ubicación de centrales nucleares, habiéndose estudiado los siguientes aspectos de Cuyo: el relieve; el clima; la hidrografía; los suelos; la población, flora y fauna; la agricultura, ganadería y minería; los recursos energéticos; la industria, el comercio y el turismo; las comunicaciones, los servicios y equipamiento, la educación y la cultura.

Las altas cumbres de la cordillera del Límite que detienen los vientos húmedos del Pacífico por una parte, y la distancia al océano Atlántico por otra, impiden un régimen de lluvias que abastezca a las necesidades de la agricultura. Pero las mismas alturas de las cordilleras del Límite y Frontal con sus precipitaciones nivales de invierno, provocan durante los meses cálidos del año moderados caudales de agua en los ríos y arroyos, que son actualmente usados casi en su totalidad para el riego artificial.

Por ello, Cuyo es netamente una "región de oasis", donde el agua fluvial y subterránea es el elemento que el hombre ha usado para transformar el paisaje natural y obtener una abundante producción agrícola, que es la base de la riqueza cuyana.

Se estima que cada metro cúbico por segundo de caudal de agua permite regar aproximadamente 2.000 ha. de lo cual se infiere el alto valor de este recurso natural, cuyo uso se va optimizando año a año y debe ser cuidadosamente administrado.

Esta transformación del suelo trae aparejada la creación de pequeñas áreas microclimáticas, que se suman a las numerosas naturalmente existentes.

El relieve de Cuyo es variado, debido a la presencia en su territorio de distintas unidades estructurales. Se pueden así delimitar 7 zonas:

- planicie oriental.
- relieve pedemontano.
- precordillera.
- cordillera frontal.
- cordillera del límite.
- zona de conos volcánicos.
- sierras del E sanjuanino.

Las líneas de fractura entre algunas de estas zonas producen cada tanto sismos, que han llegado a intensidades considerables (terremotos de Mendoza y San Juan, en 1861 y 1944 respectivamente).

El clima cuyano es entre cálido moderado y templado por su latitud, y continental además por la distancia al océano Atlántico y la separación del océano Pacífico, debido a la cordillera. Tiene elevada radiación solar, escasa humedad, y temperaturas variables según sea zona de planicie o de alta montaña. Las precipitaciones oscilan entre 200 y 350 mm. anuales, no siendo suficientes para sustentar la agricultura, por lo que se recurre al riego artificial. Hay frecuentes heladas y nevadas en invierno, y granizadas en verano. La presión es en promedio, baja, con mínimos durante el verano.

Los vientos son leves, con excepción del Zonda, que es seco, cálido, turbulento y alcanza velocidades de hasta 200 km/hora, bajando apreciablemente la humedad relativa y aumentando la temperatura.

La hidrografía de Cuyo, condicionada por el relieve y el clima, hace que la cuenca activa de los ríos sea la cuenca superior, donde las cordilleras del Límite y Frontal son las alimentadoras. Los ríos aumentan su caudal en verano debido a los deshielos, y transcurren en abruptos cajones en su recorrido inicial, pasando luego al régimen de llanura, donde se han ubicado los embalses y los diques derivadores para riego. El citado régimen de los ríos los hace propensos a grandes avenidas hídricas, como ha sucedido en varias ocasiones, siendo necesarias obras de defensa y contención.

Según su desagüe, los ríos se clasifican en (Figura 3-10):

- cuenca arreica (todo el sistema del Desaguadero): río Jáchal, San Juan, Mendoza, Tunuyán, Diamante y Atuel.
- cuenca endorreica: río Malargüe.
- cuenca exorreica: río Barrancas-Colorado y su afluente el río Grande.

Todos ellos (menos el río Grande, con aguas de carácter interprovincial) tienen en funcionamiento, en construcción o proyecto, obras de regulación, aprovechamiento para riego o energía eléctrica (Figura 3-17). Los caudales tienen gran variación entre invierno y verano, debido a su régimen de deshielo, pero mediante las obras de ingeniería realizadas, se riegan con ellos alrededor de 750.000 ha en todo Cuyo, mediante canales de rivadores, hijuelas y acequias.

La población cuyana tiene la distribución típica de los oasis fluviales: grandes asentamientos en las zonas verdes cerca de los ríos principales (270 hab/ km²) y densidad muy baja en la estepa (0,16 hab/km²). Se destacan tres grandes oasis: el de Mendoza (800.000 hab.), el de San Juan (350.000 hab) y el de San Rafael (180.000), existiendo otros menores como el de Tunuyán, etc.

Se define a la población cuyana como dedicada a una economía agrícola, con industrias desarrolladas (alimentarias), careciendo de industrias básicas de desarrollo.

La economía cuyana está estructurada sobre una base agrícola y de exportación al mercado nacional y del exterior. Sólo una pequeña superficie del suelo cuyano está cultivada (3 al 5%), siendo la vitivinicultura el principal sector de producción (70 a 80% del producto agrícola). Le siguen el olivo, los frutales y las hortalizas. Cuyo produce más del 90% de la uva del país, colocando a la República Argentina como 5° productor mundial, debido al alto rendimiento de los viñedos.

El 95% de la uva se vinifica, dando lugar a la principal industria cuyana. Se manifiesta en agricultura el rápido desarrollo de la región S, que comprende a los departamentos de

San Rafael y General Alvear, que, incorporados más tardíamente al desarrollo, tienen amplias perspectivas de progreso.

Hay producción minera escasa, pero las posibilidades de la región son promisorias. Los productos más destacables son el petróleo y el uranio en Mendoza, siendo ésta la principal provincia productora de ambos en el país.

En materia de energía, la hidroelectricidad es ampliamente utilizada, representando el 63% de la energía producida en Mendoza y el 50% en San Juan.

El panorama industrial cuyano tiende a la diversificación partiendo de la industria vítica, que es la principal de la región y la más antigua. Existen industrias químicas, electrotérmicas, del petróleo, metalúrgica liviana, de minerales, etc. El turismo, aún no ampliamente explotado, tiene enormes posibilidades en ambas provincias. Todo ello, sumado a una economía de índices superiores al promedio del país, ha permitido el florecimiento de una cultura regional con múltiples manifestaciones y basada en un alto nivel de alfabetización, con una educación a nivel primario, secundario y universitario que está a la altura de los mejores centros educacionales del país.

