

COMISION NACIONAL DE INVESTIGACION
CIENTIFICA Y TECNOLOGICA (CONICYT)
Canadá 308, Casilla 297 - V
Santiago, Chile

SEMINARIO SOBRE LOS RECURSOS ENERGETICOS DE CHILE

Santiago de Chile, 16-19 abril 1974



" CATASTRO DE LOS RECURSOS DE ENERGIA EN CHILE"

ENERO DE 1974

HERNAN CAMPERO Q.

Comité Nacional Chileno de la
Conferencia Mundial de la Energía

Santiago de Chile, 1974

RESUMEN.-

Este catastro presenta los recursos energéticos chilenos actualmente en explotación y las reservas probadas o estimadas explotables económicamente en el futuro.

Presenta además definiciones, normas, códigos y standards internacionales preconizados por la Conferencia Mundial de la Energía.

Los antecedentes recopilados se refieren a los combustibles sólidos, Petróleo y Gas, Energía Hidráulica, combustibles atómicos y Energía Geotérmica.

El Comité se propone revisar periódicamente esta información, solicita colaboración al respecto y agradece cualquier observación tendiente a mejorar la información actual.

1.- ANTECEDENTES: El Comité Nacional Chileno de la Conferencia Mundial de la Energía (W.E.C.) ha recopilado en el transcurso del año 1973, los antecedentes sobre los recursos energéticos del país que están actualmente en explotación, así como de las reservas probadas o estimadas que puedan ser explotadas económicamente en el futuro.

Esta encuesta se hizo a pedido de la W.E.C. para efectuar la revisión periódica del catastro mundial de la energía, cuya nueva actualización debe publicarse este año con motivo de la conferencia de Detroit.

El Comité Chileno ha estimado conveniente publicar mediante el presente trabajo la información obtenida, ya que ésta excede en mucho a la que aparecerá publicada por la W.E.C.

Además se pretende difundir las definiciones, normas, códigos y standards internacionales que la W.E.C. preconiza y según las cuales se han preparado y se presentan los datos.

La información correspondiente a recursos hidráulicos fue proporcionada directamente al Comité por parte de ENDESA y el resto de la información fue requerida por CORFO a las diferentes instituciones involucradas.

2.- ORGANIZACION DE LA INFORMACION: Se preparó en forma de anexos en las siguiente forma:

Anexo I.- Antecedentes Geográficos y Geológicos, proporcionado por el Instituto de Investigaciones Geológicas. Se divide el país en 3 zonas más el Territorio Artártico Chileno, para los cuales se indican sus características morfológicas y geológicas generales.

Anexo II.- Combustibles Sólidos, preparado por ENACAR. Comprende todos los tipos de carbón, incluyendo la turba.

Anexo III.- Petróleo y Gas, según datos proporcionados por ENAP. Comprende petróleo crudo, condensados de gases naturales, gas natural y esquistes bituminosos.

Anexo IV.- Recursos de Energía Hidráulica, preparado por ENDESA.

Anexo V.- Otros recursos de energía no cuantificados, entre los cuales se incluyen los combustibles atómicos y las energías geotérmica, solar eólica y maremotriz.

3.- PROPOSITOS: Es propósito del Comité mantener actualizada esta información mediante revisiones periódicas, - por lo cual se solicita la colaboración de las instituciones correspondientes. Asimismo se agradece cualquiera observación que permita mejorar la presente información.

NOTA: El Comité Chileno de la W.E.C. agradece la labor desarrollo por el Ing. Patricio Cifuentes en la preparación de este trabajo, así como la colaboración de todas las empresas y organismos que lo han hecho posible.

COMITE CHILENO DE LA CONFERENCIA MUNDIAL
DE LA ENERGIA

HERNAN CAMPERO Q.
Secretario Ejecutivo

Santiago, 14 de marzo de 1974.-

A N E X O N^o I

ANTECEDENTES GEOGRAFICOS

ANTECEDENTES GEOGRAFICOS

Información a 1973

REGION GEOGRAFICA	LIMITES	SUPERFICIE DE TIERRA Y AGUAS				AREA CUBIERTA GEOLOGICAMENTE	RECURSOS DE ENERGIA
		TOTAL	TIERRA Y LAGOS	PLATAFORMA CONTINENTAL HASTA 200 M	AREA SEDIMENTARIA		
		Km ²	Km ²	Km ²	Km ²	Km ²	CODIGO
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
TOTAL DEL PAIS		895.560	741.860	153.700	No estim.	344.457	
ZONA NORTE	18°S-33°S	327.674	310.734	16.940	"	196.307	G/OS/H
ZONA CENTRAL	33°S-42°S	218.278	180.778	37.500	"	40.900	SF/NG/H/OS
ZONA SUR	42°S-56°S	349.608	250.348	99.260	"	107.250	SF/C/NG/H
TERRITORIO ANTIATLANTICO	56°S-90°S 53°W-90°W	1.250.000	1.250.000	No estimada	"	0	No estimada

Información proporcionada por
Instituto de Investigaciones Geológicas

ANTECEDENTES GEOGRAFICOS

NOTAS EXPLICATIVAS DEL CUADRO RESPECTIVO

(1) y (2) Zona Norte: Desde la frontera peruana hasta Valparaíso, comprende el Norte Grande y la Región de los Valles Transversales.

Las mayores formaciones están constituidas por rocas volcánicas con inserciones de sedimentos marinos pertenecientes al Jurásico, Cretáceo y Terciario. Las formaciones más antiguas pertenecen al Precambriano, Paleozoico y Triásico. Hay afloramiento de granito en ambas cordilleras.

La estructura está caracterizada por fases repetidas de compresión y expansión, que han desarrollado ejes estructurales NW-NNW en el Jurásico, N-S en el Cretáceo y Terciario inferior y N-NE en el Terciario superior.

Zona Central: es todo el valle central desde Valparaíso a Puerto Montt.

Sus características geológicas son similares a las de la zona norte pero predominando las formaciones del pre-cambriaco y el paleozoico en la cordillera de la costa y de las formaciones ígneas y graníti-

cas al Sur del paralelo 39 en la Cordillera de -
Los Andes.

Zona Sur: de Puerto Montt al Sur, comprende la Re
gión de los Canales.

Predominan las formaciones paleozoicas con caracte-
rísticas marinas, hacia el oeste se desarrollan
formaciones metamórficas. Al Sur del paralelo 31
está bien desarrollado un estrecho valle sedimen-
tario marino perteneciente al cretáceo de eje es-
tructural N-S.

- (3) El área total del país no incluye el territorio an
tártico chileno
- (7) El 42,5% de la superficie total está cubierto por
mapas geológicos a escala mejor que 1:250.000 -
(1:150.000, 1:100.000 y 1:50.000).
- (8) Los códigos empleados indicando los recursos de e-
nergía existente, son los siguientes:

SF = Combustibles sólidos

C = Petróleo crudo y condensado de gases natural
les

NG = Gases naturales

CE = Esquistos bituminosos

U = Uranio

T = Thorio

G = Geotérmica

H = Hidráulica

A N E X O N º II

COMBUSTIBLES SOLIDOS

COMBUSTIBLES SOLIDOS

Información a 1972

REGIONES GEOGRAFICAS	CALIDAD DEL COMBUSTIBLE	RESERVAS CONOCIDAS								
		MONTO TOTAL EN YACIMIENTOS	MONTO RECURSIBLE	MAXIMA PROFUNDIDAD DE DEPOSITOS	ESPESOR MIN. DE LOS MANOS	CONTE- NIDO DE AZUFRE	PODER CALORIFICO	RECURSOS A DICIÓNALES	MONTO TOTAL RECURSOS	PRODUCCION ANUAL ACTUAL
	CODIGO	M.TON.	M.TON.	m	cm	CODIGO	CODIGO	M.TON.	M.TON.	M.TON.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
TOTAL DEL PAIS		97	58					3.848	3.945	1.550
ZONA CENTRAL										
- LOTA SCHWAGER	BT	15	12	1.000	75	B-C	M	90	105	1.200
- ARAUCO	BT	30	20	600	75	B-C	M	155	185	300
- VALDIVIA	SB	2	1	100	100	A	L	3	5	50
ZONA SUR										
- M. GALLANES	SB	50	25	500	200	A	L	3.600	3.650	0

Información proporcionada por ENACAR.

COMBUSTIBLES SOLIDOS

DEFINICION:

Los combustibles sólidos comprenden los carbones de calidad superior o inferior, la turba y los combustibles no clasificados como madera, basura, etc.

Aclaración previa: Las normas nacionales varían para cada calidad de carbón y no se ha intentado aún encontrar definiciones aceptables para todos, por lo tanto siempre debe explicarse cualquier clasificación al respecto a la luz de los códigos tentativos propuestos por W.E.C.

NOTAS EXPLICATIVAS DEL CUADRO RESPECTIVO

(2) Códigos propuestos.

	P = Turba	SB=sub bituminoso	
LC	LN = Lignito	BT=bituminoso	HC
(Calidad inferior)	BC = Brown Coal	AN=Antracita	(Calidad superior)

Calidades según norma chilena

Código	Contenido Carbón %	Materias Volátiles%	Contenido Humedad %	Contenido Cenizas %
BT	45-55	40-45	2-3	5-10
SB	35-40	30-35	15-25	10-15

- (4) Zona Central: Son económicamente recuperables bajo condiciones económicas normales y con medios técnicos convencionales, para vetas de espesor superior a 75 cm. y para carbones de calidad usual.
- Zona Sur (Magallanes): Depósitos económicamente recuperables sólo para espesores entre 2 y 14 - metros, explotables con métodos de superficie y con una producción anual mínima de 5.000.000 toneladas.
- (7) Código usado.
- A = menor de 1% en peso
- (W.E.C.) B = entre 1% y 3% en peso
- C = más de 3% en peso

(8) Código:

L = menor de 20 millones Joule/Kilo

M = de 20 a 30 millones Joule/Kilo

H = sobre 30 millones Joule/Kilo

Hay que distinguir si los valores son en la salida de la mina (as mined) o antes que quemarlo (as burned).

Los datos chilenos corresponden a la salida de la mina (as mined).

(11) Hay que distinguir si los datos son bruto (antes de lavar y procesar) o neto (listo para la venta).

Los datos chilenos son netos.

Nota adicional:

No se han catalogado los combustibles no clasificados (madera, estiércol, basura, etc.)

Datos proporcionados ENACAR

A N E X O N° III

PETROLEO Y GAS

PETROLEO Y GAS

Información a 1972

1.- PETROLEO CRUDO:

Se entiende por petróleo crudo la mezcla de aceites minerales, constituidos sobre todo por hidrocarburos, que existe en estado nativo en forma líquida en el subsuelo y que se puede recuperar en la superficie en forma líquida, en condiciones naturales de temperatura y presión, después de pasar por los correspondientes separadores de superficie, *in situ*.

Los datos de reservas originales en sitio, reservas probadamente recuperables y recursos adicionales estimados, han sido considerados **confidenciales**.

Solamente se indica la cifra acumulada y actual de producción con sus características correspondientes.

Petróleo crudo:

- producción total acumulada del país = 24.800 Kilo Ton.
- producción año 1972 = 160 Kilo Ton.
- densidad promedio grados API = 42,5
- Porcentaje con menos de 1% de azufre = 100%

Nota: Se convirtió la producción expresada en miles de m³ a miles de toneladas para adecuarla a las unidades - WEC, multiplicando por 0.844.

2.- CONDENSADOS DE GAS NATURAL:

Condensados de gas natural son los hidrocarburos que se encuentran en los depósitos de gas natural y que se separan en forma líquida del gas ya sea en el depósito por el método de condensación retrógrada, ya sea en la superficie mediante procesos de condensación, absorción, depuración, reciclaje, etc. Están constituidos generalmente por propano e hidrocarburos más pesados, llamados habitualmente condensados, gasolina natural o gas de petróleo liquificado.

Las reservas de estos condensados se estiman habitualmente aplicando un coeficiente a las reservas de gas que los contienen.

Igualmente que para el petróleo crudo, se indican sólo las cifras de producción.

Condensados de gas natural:

- producción total del país 1972 = 365 Kilo Ton.

Nota: Se convirtió la producción expresada en miles de m³ a miles de toneladas multiplicado por el factor 0.580.

3.- GAS NATURAL:

Se llama gas natural a una mezcla de hidrocarburos y de pequeñas cantidades de otras materias - existentes en forma gaseosa o en disolución en petróleo crudo en depósitos subterráneos naturales, y recuperables en la superficie en forma gaseosa en condiciones ambientes de presión y temperatura. Los principales hidrocarburos de la mezcla son: metano, etano, propano, butanos y pentanos y - las otras materias son: ácido carbónico, helio, hidrógeno, - sulfuro de hidrógeno y nitrógeno.

Debe separarse de las estadísticas de reservas y producción, la parte condensable.

Los gases naturales se pueden clasificar también según la situación en los depósitos en la siguiente forma:

- 1) Gases no asociados ni en contacto con petróleo crudo.
- 2) Gases en contacto con crudos (gas cap gas) o disueltos en él bajo las condiciones naturales del depósito.

Así como para los crudos y los condensados, sólo es posible dar las cifras de producción.

Gas Natural:

Producción total acumulada del país = 83.900 mill. m³.

Producción total del año 1972 = 8.070 mill. m³.

Poder calorífico promedio = 9.070 Kcal/m³

Contenido de no hidrocarburos = 1.0% en vol.
(H₂S/He/CO₂/N)

4.- ESQUISTOS BITUMINOSOS: Se han descubierto en varios países del mundo esquistos y arenas bituminosas (con elevado contenido de materias orgánicas), susceptibles de ser convertidas en petróleo o gas por calor pero salvo excepciones notables, no se los ha explotado comercialmente.

En Chile existen prospecciones del año 1936 en que se ubicaron los siguientes esquistos:

Zona Norte: "El Pular", en un área de 0.11 Km² con un espesor medio de 40 cm. y un posible contenido de crudo de 20 lts/Ton.

Zona Central: "Manto Porvenir", en un área de 45 Km² con un espesor medio de 45 cm. y un potencial de 80 lts./Ton.

"Estrata 136", en un área de 55 Km² con un espesor medio de 8.50 m y un potencial de 25 lts/Ton.

Como estos recursos son marginales en términos económicos en el mundo, las estadísticas se limitan a registrar los depósitos potencialmente accesibles para ser considerados recursos energéticos. Los datos de este Anexo fueron proporcionados por ENAP.

A N E X O N º IV

RECURSOS DE ENERGIA HIDRAULICA

RECURSOS DE ENERGIA HIDRAULICA

Información a Julio de 1973

REGIONES GEOGRAFICAS	PRODUCTIVIDAD BRUTA NATURAL (P.B.N.)	PRODUCTIVIDAD BRUTA TEORICA (P.B.T.)	ETAPA DE EJECUC.	POTENCIA INSTALADA O INSTALAB.	PRODUCCION 95%	ANUAL PROBABLE PROMEDIO GASTOS COMPROBADOS EN EL PASADO
	GWH	GWH	CODIGO	MW	GWH	GWH
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
TOTAL DEL PAIS	223.700	131.400	OPER.	1.454	5.000	5.660
			CONST.	950	3.790	5.140
			PLAN.	6.595	23.960	34.860
			OTRAS	6.781	31.500	42.940
ZONA NORTE	3.500	1.920	OPER.	32	80	130
			CONST.	10	40	40
			PLAN.	30	120	200
			OTRAS	182	510	870
ZONA CENTRAL	132.400	87.160	OPER.	1.419	4.900	5.500
			CONST.	940	3.750	5.100
			PLAN.	6.500	23.510	34.300
			OTRAS	2.400	9.550	15.300
ZONA AUSTRAL	87.800	42.320	OPER.	3	20	30
			CONST.	0	0	0
			PLAN.	65	330	360
			OTRAS	4.199	21.440	26.770

Información proporcionada por la Oficina de
Evaluación de Proyectos de
ENDESA

RECURSOS DE ENERGIA HIDRAULICA

NOTAS EXPLICATIVAS DEL CUADRO RESPECTIVO

- (1) La Zona Norte comprende a la primera y segunda Región Geográfica según la clasificación de ENDESA. Se extiende de Arica a Salamanca. La Zona Central incluye a las regiones 3a.; 4a.; y 5a. y se extiende de entre Los Vilos y Puerto Montt. La Zona Sur corresponde a las regiones 6a. y 7a. y comprende las provincias de Chiloé, Aysén y Magallanes.
- (2) En ella se entrega el valor de la "productividad bruta natural" (PBN) obtenida de los perfiles de energía de los ríos que componen las diversas hoyas hidrográficas. Dicha energía potencial corresponde a la máxima capaz de entregar la hoya desde su nacimiento hasta la sección de medida. Salvo excepciones, estos perfiles no se han calculado hasta el nivel del mar en las Zonas Norte y Central, debido a la particular topografía del país que ofre-

ce potenciales interesantes de los ríos solamente desde su curso en la alta cordillera hasta el valle central. En la zona sur, los perfiles energéticos de los ríos se extienden hasta su desembocadura en el mar.

(3) Se proporciona la P.B.T. = $9,8 \times 8.760 \times Q \times H \times 10^{-6}$ (GWh) donde:

Q = caudal medio anual del río sin limitaciones -
impuestas por las obras, en (m³/seg).

H = altura bruta de caída de la Central en (m)

En caso de embalses naturales, se han calculado la altura bruta del desarrollo suponiendo el lago o laguna en su nivel medio estadístico. En el caso de embalses artificiales, operados a una cierta regla, se ha considerado el nivel máximo del embalse.

La P.B.T. anotadas se ha obtenido como sumatoria de las P.B.T. de todas las Centrales técnicas y económicamente posibles de desarrollar en cada hoyo y se han dado los subtotales por Código (Centrales de Operación, Construcción, Planificación y Otras Estudiadas) y por cada Región.

(4) Bajo la calificación de "OTRAS" están comprendidas todas aquellas centrales que en el estado actual - e incompleto de su estudio revelan que son técnica y económicamente justificadas. Sin embargo, en el futuro podrán descartarse algunas de ellas o incluirse nuevos lugares de desarrollo, según los resultados que revelen los nuevos estudios y por otra parte, según las bases y niveles económicos de comparación que se fijen.

(5) No se incluyen centrales en operación con una potencia instalada individual igual o menor al 1 MW.

(6) Método de cálculo de la producción anual probable 95 veces sobre 100.

Para centrales de pasada:

Energía año 95%; $E_{95} = 8,3 \times 8.760 \times Q \times H \times 10^{-6}$
(GWh)

siendo:

Q = caudal medio anual captado en un año con hidrología 95% seca, en (m³/seg)

H = altura neta media de caída, en (m)

Para centrales de embalse, la generación se obtuvo mediante un análisis de frecuencia de las generacion

nes medias anuales, del cual se extrae el valor - para un 95% de probabilidad de excedencia.

En el caso de centrales en operación, la generación en año seco 95% se ha obtenido de las estadísticas de resultados de la explotación.

- (7) Método de cálculo de la producción anual probable promedio de los caudales comprobados en el pasado:

Para centrales de pasada:

Energía media anual $E_m = 8,3 \times 8.760 \times Q \times H \times 10^{-6}$
(GWh)

en esta expresión:

Q = caudal medio captado (m³/seg)

H = altura neta media de caída (m)

Para las centrales de embalse, la generación se ha obtenido promediando los valores de las generaciones mensuales calculados en una operación simulada del embalse. Para las centrales en operación, se ha recurrido a las generaciones anuales registradas durante su explotación.

A N E X O N º V

OTROS RECURSOS DE ENERGIA NO CUANTIFICADOS

OTROS RECURSOS DE ENERGIA. NO CUANTIFICADOS

Información a 1973

1.- COMBUSTIBLES ATOMICOS:

Los combustibles atómicos considerados son el Uranio y el Torio.

Uranio:

El Uranio se presenta en múltiples combinados en depósitos de baja ley. Para los efectos estadísticos - las reservas y recursos se expresan en toneladas de Oxido de Uranio (U_3O_8) recuperable del mineral.

Según el tipo de depósito, los recursos de Uranio se clasifican en la siguiente forma:

- 1) Conglomerados
- 2) Gres
- 3) Filones, depósitos de contacto
- 4) Otros: fosfatos, esquistos, carbones, etc.

No ha sido detectado hasta ahora ningún depósito significativo de Uranio en todo el territorio nacional.

Torio:

Los minerales de Torio, menos variados que las del

Uranio, se encuentran en pequeños porcentajes en vastas extensiones de rocas ígneas y metamórficas. La principal fuente comercial de Torio es la monacita (fosfato de Cerio, Torio y otras tierras raras) que se encuentran generalmente en arenas aluviales.

Para los efectos estadísticos las reservas de Torio se expresan en toneladas de Oxido de Torio (ThO_2).

Los recursos de Torio se pueden distinguir en la siguiente forma:

- 1) Conglomerados
- 2) Depósitos aluviales y arenas de playas
- 3) Filones, depósitos de contacto.

No han sido detectados yacimientos significativos de Torio en Chile.

Información de recursos nacionales proporcionada por la Comisión Chilena de Energía Nuclear.

2.- ENERGÍA SOLAR:

La utilización de este recurso, y por consiguiente su evaluación está tanto en Chile como en el resto del mundo en etapa experimental. En Antofagasta y en la Universidad Federico Santa María de Valparaíso se

están llevando a cabo variadas investigaciones al respecto.

3.- ENERGIA GEOTERMICA:

Este tipo de energía está siendo investigado en la actualidad mediante el proyecto "Desarrollo de los Recursos Geotérmicos del Norte de Chile".

Los depósitos bajo análisis son: "El Tatio" en Antofagasta y "Puchuldiza" y "Suriri" en Tarapacá.

El propósito del proyecto es el reconocimiento general de las áreas potenciales y la posibilidad técnica y económica de aprovechamiento de un sitio determinado.

El principal objeto de este proyecto es la producción de energía eléctrica y adicionalmente desalinización de agua a partir del fluido endógeno.

En forma secundaria en "El Tatio" se considera la refinación de sulfuros y la recuperación de sales a partir del vapor geotérmico.

El costo de este proyecto se estima en US\$ 7.000.000

Información proporcionada por el Comité de Energía CORFO

4.- ENERGIA EOLICA Y MAREMOTRIZ:

No hay proyectos de evaluación de recursos en esta área.