



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

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



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

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

## FAIR USE POLICY

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

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)

Distr. RESERVADA

DP/ID/NER.A/129  
16 febrero 1978  
Español

08081-5

PREPARACION, EVALUACION Y PROMOCION DE PROYECTOS<sup>2</sup>;

DP/HON/76/003,

HONDURAS .

Informe técnico: Exploración y explotación  
de carbón

Preparado para el Gobierno de Honduras  
por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial,  
en calidad de organismo de ejecución del  
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Basado en la labor del Sr. X. Ray-Jarvin, ingeniero de minas

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial  
Viena

---

<sup>2</sup>El presente documento no ha pasado por los servicios de edición de la Secretaría de la ONUDI.

id.78-870

### Notas explicativas

La unidad monetaria de Honduras es el Lempira (L). Durante el período que abarca el informe, el valor del Lempira en relación con el dólar de los Estados Unidos era \$US 1 por L 2.00.

En el presente documento se han empleado las siguientes abreviaturas de organizaciones:

CONADI	Corporación Nacional de Inversiones
CARINSA	Carbones Industriales, S.A.
ENEE	Empresa Nacional de Energía Eléctrica

---

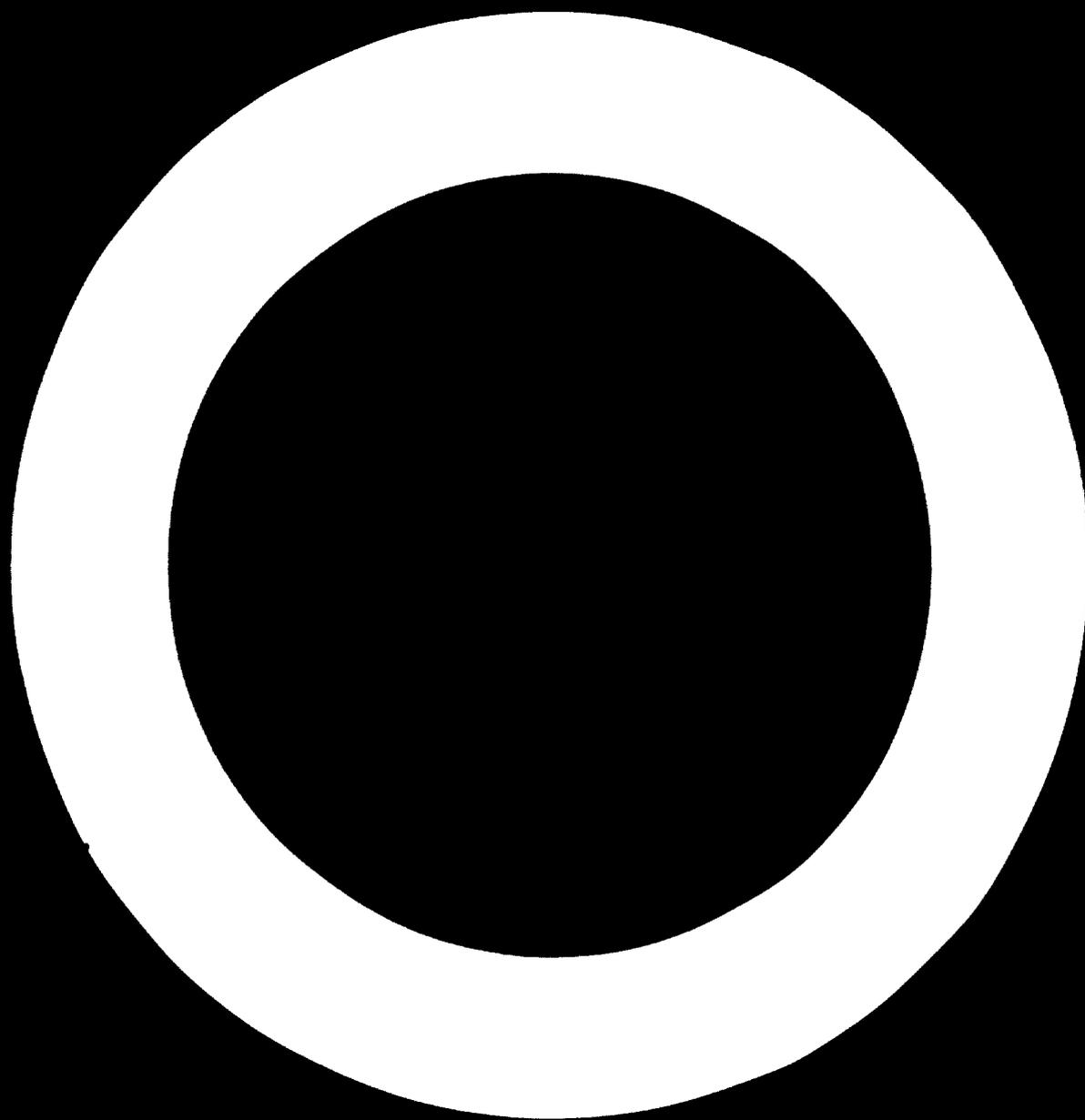
Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o regiones citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras.

La mención de empresas comerciales, industriales o de otra índole en el presente documento no entraña juicio alguno sobre ellas ni sobre sus productos por parte de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).

RESUMEN

Después de visitar el sitio de San Antonio, y estudiar toda la información disponible sobre la exploración ya hecha del yacimiento, así como los resultados de análisis de muestras de lignito el experto llegó a las conclusiones siguientes:

1. Existe en San Antonio un yacimiento de lignito de 3,000,000 toneladas probadas. La existencia de otros yacimientos en la misma cuenca carbonífera es posible.
2. Las reservas antes mencionadas pueden explotarse a cielo abierto, con un ratio (volumen de tierra por volumen de carbón) del 11 por 1.
3. El lignito es del tipo "brown coal" con 45% humedad y 28% cenizas. Tal combustible con un poder calorífico de 1,500 Kcal/Kg es muy similar al lignito producido en varios países de Europa para generar energía eléctrica.
4. Como no parece posible a primera vista el tratamiento del lignito de San Antonio, y que por consecuencia, su transporte sobre distancias mayores de unos kilómetros no puede contemplarse, pues no resultaría económico; el producto a extraerse de la mina tiene que ser utilizado (para usos industriales) en el sitio y en su estado bruto.
5. El experto contempla y hace comentarios sobre los usos industriales siguientes:
  - Generación de energía eléctrica en una planta térmica de 15-20Mw.
  - Fabricación de cemento.Y menciona dos usos comerciales posibles:
  - Fabricación de briquetas para uso doméstico (y artesanales),
  - Utilización como fertilizante.
6. El experto formula recomendaciones en cuanto a la etapa futura de los trabajos y estudios a realizarse.



<u>Capítulo</u>	<u>INDICE</u>	<u>Página</u>
I.	INTRODUCCION .....	6
II.	EL YACIMIENTO DE SAN ANTONIO DE OCOTEPEQUE .....	8
	a. Información disponible .....	8
	b. Geografía y geología .....	9
	c. Exploración y parámetros geométricos .....	10
	d. Explotación posible .....	12
	e. Características del lignito de San Antonio - Reservas .....	13
III.	UTILIZACION POSIBLE .....	16
	a. Consideraciones generales .....	16
	b. Generación de energía eléctrica .....	17
	c. Fabricación de cemento .....	20
	d. Fabricación de briquetas .....	23
	e. Utilización como fertilizante .....	25

Anexos

I.	Personas entrevistadas .....	29
II.	Mapa índice .....	30
III.	Mapa geológico del área de San Antonio .....	31
IV.	Cálculo de volúmenes de carbón y esteriles .....	32
V.	Cuadros de climatología e hidrometría .....	33

## I INTRODUCCION

La existencia de carbón mineral en Honduras se conoce desde hace más de cuarenta años, cuando la Empresa Bananera Tela Railroad Co. investigó un depósito lignito en el sitio conocido como Minas de Carbón o Jacagua, en el sur del Departamento de Yoro.

En el año de 1957 el Gobierno de Honduras creó el Departamento de Exploración de Carbón, adscrito al Ministerio de Recursos Naturales, con funciones específicas de localizar y explorar yacimientos de carbón en toda la República como fuentes de materia prima energética para uso doméstico en lugar de leña y disminuir así la tala de bosques. Este Departamento fue clausurado en 1958 sin haberse materializado los objetivos del programa, no obstante de haberse explorado en detalle dos pequeños depósitos situados en el Departamento de El Paraiso y a unos 100 kilómetros al Este de Tegucigalpa.

Durante los años 1974 y 1975, la compañía minera Bell Western llevó a cabo un estudio geológico económico preliminar del yacimiento Minas de Carbón o Jacagua, en cuyo informe final se estiman reservas posibles de 1,000,000 de toneladas de lignito, basándose los cálculos por interpretaciones geológicas y correlación de afloramientos. El interés de la empresa era el de usar este lignito como combustible sólido para producir cemento. La investigación del yacimiento la continuó la Dirección General de Minas e Hidrocarburos en 1976, pero sin resultado concluyentes respecto a la importancia del mismo.

El yacimiento de lignito San Antonio fue descubierto como tal el 7 de julio de 1976, por el geólogo hondureño Ing. Renier Elvir A., cuando trabajaba para la Empresa Industrial Cementos de Honduras, S.A., quien dió a conocer <sup>el</sup> hallazgo al Gobierno Hondureño por medio de un informe geológico. Según cuenta el Ing. Elvir A., uno de los factores que más contribuyeron a

la localización del prospecto minero fue el hecho de que el yacimiento se incendió en dos ocasiones en el único afloramiento que existe del manto que se extiende bajo la Aldea de San Antonio de Ocoatepeque y que causó gran alarma entre sus habitantes. Ambos incendios ocurrieron a un intervalo de tiempo de 20 años, el primero en el año de 1914 y que fue posible apagarlo en 22 días, mientras el segundo fue de menor proporción y fue extinguido en 10 días, aproximadamente, combatiéndose por medio de excavaciones, tierra y agua por inundación tomada de la Quebrada de las Méndez o Quebrada del Incendio, como también se le conoce. Según lo relatan testigos presenciales entrevistados por el Ing. Elvir A. para apagar el primer incendio participaron más de doscientas personas procedentes de San Antonio, La Labor, Sensenti y otros pueblos vecinos, atribuyéndose en un principio de que se trataba de actividad volcánica al desprenderse de la quema grandes cantidades de humo blanco y explosión de gases que provocaban pequeños temblores que se hacían sentir en la aldea. Algunos hombres resultaron intoxicados por los gases del incendio, provocándoles vómitos y fuertes dolores de cabeza. El 1 de diciembre de 1976 se inició un programa de exploración detallada del yacimiento con sondeos de diamante controlados topográficamente y que fue financiado por la Corporación Nacional de Inversiones (CONADI), al mismo que se formó la sociedad mercantil Carbones Industriales, S.A. (CARINSA) para operar la mina. La campaña de perforación del yacimiento fue concluída en diciembre de 1977, con resultados contenidos en un informe final y adendum, debidamente ilustrados.

El 15 de noviembre de 1977, el Departamento de Promoción Industrial de CONADI decidió solicitar a las Naciones Unidas los servicios de un consultor especializado en carbón para el análisis e interpretación de dicho informe desde un punto de vista económico, a la vez recomendar estudios

de implementación y elaborar con el director del proyecto los términos de referencia para un estudio económico de prefactibilidad de explotación del yacimiento. Así, el experto designado por Naciones Unidas al Proyecto, Ingeniero de Minas, Xavier Rey-Jouvin, permaneció en Honduras del 14 de enero al 7 de febrero de 1978, donde revisó toda la información disponible, hizo una visita de inspección a la mina y ha escrito el presente informe.

## II EL YACIMIENTO DE SAN ANTONIO DE OCOTEPEQUE

### 2a. Información Disponible

En primer lugar hay que mencionar el "Informe Técnico de la Exploración de Carbón que se está realizando en San Antonio de Ocotepeque", por el Ingeniero Geólogo Reniery Elvir A., Director del Proyecto Carbón de CONADI. Este dato con fecha de noviembre 1977 (y su adendum de diciembre de 1977) es un elemento básico por la valiosa información que contiene, no solo sobre la exploración del yacimiento sino también por la descripción detallada del área carbonífera en cuanto a sus características geológicas y geográficas. Fuera de esa muy reciente fuente de información existen muy pocos datos que se refieran al lignito de San Antonio. Entre ellos, mención debe hacerse del informe de un experto de Taiwan (Ing. Chun-Sum He) que visitó el sitio a solicitud de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE). Este informe fue escrito anteriormente a la realización de los sondeos de investigación (salvo el primero) y por eso no podía dar conclusiones, sino mencionar el interés de tal exploración.

No faltan mapas geográficos. El área está cubierta por mapas aerofotográficos a la escala de 1/50,000 con curvas de nivel a una distancia de 20 metros.

La red de carreteras se observó bien en el mapa a una escala de 1/3,600,000 del servicio geodésico americano (véase Anexo I).

2b. Geografía y Geología.

Esos puntos son muy claramente descritos en el informe del Ing. Geólogo Elvir. Así será suficiente insistir solo sobre los puntos esenciales.

La Aldea de San Antonio está localizada en el Occidente de Honduras, cerca de las fronteras con Guatemala y El Salvador (véase Anexo II) a una distancia de 2.5 kilómetros de la carretera pavimentada, llamada Carretera de Occidente, que une San Pedro Sula a la Aduana de Agua Caliente, frontera con Guatemala, pasando por Santa Rosa de Copán.

Distancia por carretera de San Antonio a Santa Rosa: 57 kilómetros.  
Distancia por carretera de San Antonio a San Pedro Sula: 205 Kms.  
La distancia de San Antonio a Tegucigalpa pasando por la carretera del Norte alcanza 465 kilómetros. Existe una carretera de tierra más corta pasando por las Ciudades de La Paz, La Esperanza y Gracias y que conecta con la carretera de Occidente en Santa Rosa de Copán. Si en el futuro se mejorara dicha carretera se reduciría en un 50% la distancia entre San Antonio y Tegucigalpa. La Zona de San Antonio es relativamente plana por estar localizada en un valle ancho, aunque situado entre dos cadenas montañosas bastante elevadas.

Región poco poblada aunque cultivada, clima relativamente seco. Los rasgos geológicos esenciales son la existencia muy probable de una fosa de hundimiento de unos 30 kilómetros de longitud (orientada Este Oeste) por unos 10 kilómetros de anchura donde en la época del Plioceno se depositaron aluviones lacustres entre varios episodios

volcánicos que originaron ignimbritas y tobas. Dentro de esa formación se encuentran lignitos y lutitas carbonosas en varios niveles. El que se investigó, aflora en la margen de una quebrada donde existe un corte natural. Varios bancos de lignito se observan, separados por intercalaciones de lutita carbonosa. El espesor total de la formación llamada el Manto Potrerillos alcanza siete metros, incluyendo de dos hasta cinco bancos de lignito, que suman un espesor de unos cuatro metros.

La formación descansa en discordancia sobre un horizonte de ignimbritas compactas. Arriba se observan terrenos bastantes suaves constituidos por una mezcla de rocas volcánicas como ignimbritas, tobas volcánicas, lutitas y sedimentos fluviales. Así aparece claramente que el lignito se formó durante un episodio calmo de sedimentación lacustre entre dos episodios de sedimentación fluvial acompañada de manifestaciones volcánicas intensivas. Tal alteración pudo repetirse varios veces durante el relleno de la fosa de hundimiento; eso parece comprobarse por la presencia de indicios de lignito en varios puntos situados dentro de una zona que se extiende sobre unos cinco kilómetros cuadrados en los alrededores de San Antonio.

#### 2c. Exploración y Parámetros Geométricos.

Después de hacerse un mapeo geológico detallado (véase Anexo III) se inició al principio de 1977 una exploración por sondeos de diamante para comprobar la presencia del lignito e investigar el yacimiento. Se perforaron en total 30 sondeos con una profundidad promedio de 59 metros. Se utilizó un equipo con doble corta núcleo. La recuperación de los testigos fue satisfactoria. Se realizó un muestreo sistemático del carbón, las muestras se guardaron de inmediato en frascos de vidrio. Los testigos de terreno del

encape así como de las intercalaciones (splits) se conservan en cajas de madera.

La malla adoptada fue de 200 hasta 400 metros, así puede decirse que la investigación se hizo con una buena precisión. Los parámetros geométricos del yacimiento ahora bien definidos son los siguientes: (Véase Anexo IV).

Se trata de un manto grueso poco inclinado (seis grados hacia el Este) de dos a cinco bancos formando un lente cortado por 19 sondeos positivos.

Superficie total de la zona productiva: 586,455 m<sup>2</sup>.

Longitud máxima (orientada casi Norte-Sur): 1.9 Km.

Anchura Promedia: 0.3 Km.

Para el cálculo de los espesores y volúmenes se consideran 16 bloques. (Véase el Cuadro Anexo IV). De los cálculos salen los resultados siguientes:

- Carbón Limpio:

Espesor total promedio	4.34 m
Volumen total	2,455,616 m <sup>3</sup>

- Intercalaciones (splits):

Número	3 - 4
Espesor total promedio	3.37 m
Volumen total	1,910,892 m <sup>3</sup>

- Encape:

Espesor mínimo y máximo	26.70 m	59.76 m
Espesor promedio	40.69	
Volumen total	23,041,025 m <sup>3</sup>	

- "Ratio" (Volumen de esteril por metro cúbico de carbón):

$$\frac{23,041.025 + 1,910.892}{2,455.616} = 10.17/1$$

Eso permite decir que se puede contemplar una explotación a cielo abierto. Pero, si se adoptara tal sistema, hay que tener en cuenta el volumen de esteril que tendría que excavarse de los tal udes para que la inclinación de tales no sobrepase un valor que pueda estimarse a unos 60 grados. El cálculo correspondiente figura en en Anexo IV.

Tal volumen alcanzaría  $2,133,442 \text{ m}^3$ , así el valor del ratio será el siguiente:

$$\frac{23,041.025 + 1,910.8 + 2,133.442}{2,455.616} = 11/1$$

#### 2d. Explotación Posible.

Se considera generalmente que hasta un ratio de 10 por 1, un yacimiento tiene que explotarse a cielo abierto. Tal conclusión puede aplicarse al yacimiento de San Antonio, aunque el ratio calculado sobrepase un poco el valor considerado como máximo. De todas maneras, por varios motivos que salen del objeto del presente informe, no puede contemplarse una explotación por mina subterránea. En verdad, la explotación a cielo abierto del yacimiento San Antonio, no plantearía problemas técnicos muy importantes. En efecto, varios factores son favorables:

- La extracción del encape no necesitará el empleo de explosivos;
- El relieve es favorable para el manejo y depositación del desmonte;
- Los problemas de agua no parecen de importancia mayor. Al contrario la extracción de manera separada de los bancos de lignito y de los de intercalaciones estériles resultará un poco difícil.

Se debe tener en cuenta todos esos factores para hacer una estimación correcta del costo de producción probable por tonelada, estimación que será el elemento fundamental de todos los estudios económicos que se realizarán en cuanto a la utilización posible del lignito.

Por otra parte, el experto desea insistir sobre unos puntos de mayor importancia en las circunstancias locales, y que se refieren a la capacidad requerida del personal encargado de la explotación:

- Si no parece difícil contratar operadores de palas mecánicas o camiones, parece más difícil conseguir personal bien calificado para el mantenimiento de tales equipos, y sobre todo para la supervisión del taller mecánico. Los gastos de fuel oil, llantas y repuestos son un elemento muy importante del costo de operación de una mina a cielo abierto.
- Por otra parte, para la planificación de las operaciones se requiere un entrenamiento especial de los técnicos encargados de la dirección de las operaciones. En efecto cualquier atraso en la extracción del encape tiene como consecuencia la paralización de la extracción del lignito. Además, como no puede almacenarse el lignito en stocks de volumen importante por el riesgo de autocombustión de tal tipo de combustible, la producción del lignito debe hacerse al ritmo de su utilización. Así se necesitará un entrenamiento especial del futuro jefe de explotación en una mina extranjera, así como una asistencia temporal a la mina futura de San Antonio de parte de un asesor extranjero especializado en la operación de minas a cielo abierto.

## 2e. Características del Lignito de San Antonio - Reservas.

Las muestras recogidas de los sondeos fueron analizadas por tres laboratorios:

- Veinte por E. L. Corwell en Filadelfia, U. S. A.
- Siete por Ch. O. Porter en Denver, U. S. A.
- Dos por el laboratorio de la firma nacional francesa "Electricité de France" en Talence (Francia) por Intermedio de la Empresa Francesa Sofremines.

Los resultados son homogéneos. Se mencionan a continuación los resultados promedios de las muestras procedentes de los sondeos que están ubicados en el lente considerado:

Lignito	Como se Recibió	Base Seca
Humedad %	45	
Cenizas %	28	50.5
Volátiles %	17.7	32.2
Carbón Fijo (por diferencia)%	<u>9.3</u>	<u>17.3</u>
Total	100.0	100.0
Azufre %	0.53	0.98
Poder Calorífico Kcal/Kg	1,559	2,834

Existe un resultado de análisis de cenizas y es el siguiente:

SiO <sub>2</sub> %	67.8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	20.8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	5.4
Ca O %	3.4
Ti O <sub>2</sub> %	0.92
Zr O <sub>2</sub> %	0.60
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	0.58
Mg O %	<u>0.56</u>
Total	100.06

Temperatura de fusión de cenizas (grados centígrados):

Medio	Reductor	Oxidante
Al iniciar la deformación	1282	1437
Ablandamiento	1382	1500 +
Al aparecer hemisférico	1482	1500 +
Fusión	1500 +	1500 +

Al considerar esos resultados, deben hacerse los comentarios siguientes:

El lignito de San Antonio, con un alto contenido de agua y de cenizas, y por consecuencia un bajo poder calorífico del orden 1500 Kcal/Kg es muy similar al lignito producido en Puentes (España) y en Gyongyos (Hungría). Tiene el mismo poder calorífico que los lignitos explotados en Ptolemais (Grecia), en unos yacimientos de Alemania Federal, y tiene un poder calorífico mayor que el de Megalopolis (Grecia). Dichos lignitos europeos se utilizan para la generación de energía eléctrica.

En cuanto a la gravedad específica del lignito de San Antonio, se conoce solo la gravedad específica de base seca que es de 1.72 (promedio). No se midió todavía la gravedad específica del lignito en base húmeda, es decir, la del lignito tal como existe en el interior del manto, o sea, la del lignito bruto. Solo se conoce el porcentaje de humedad del lignito tal como se recibió en los laboratorios, porcentaje que, en promedio es de 45%. Es muy probable que tal porcentaje de humedad corresponda casi en su totalidad a la humedad natural del lignito y por una pequeña parte al agua de perforación incorporada a las muestras analizadas.

No es posible determinar la gravedad específica de un lignito por un

cálculo hecho a partir de los porcentajes de sus tres elementos constitutivos: carbón más volátiles, cenizas, humedad, pero por comparación con otros lignitos de misma composición, es posible decir que la gravedad específica del lignito de San Antonio no debe sobrepasar 1.3. Así el tonelaje de las reservas probadas del yacimiento resultaría el siguiente:

$$2,455.616 \text{ m}^3 \times 1.3 = 3,192.300 \text{ tm.}$$

### III UTILIZACION POSIBLE

#### 3a. Consideraciones Generales.

Los lignitos de tipo "brown coal" se oxidan muy rápidamente al contacto del aire. Así, no solo pierden una parte de su poder calorífico, sino también pueden encenderse si no se toman precauciones para el transporte y el almacenamiento de ellos. Además, como se trata de un producto de valor energético débil, no es económico su transporte sobre largas distancias en estado bruto.

Por otra parte, los lignitos de ese tipo que tienen un alto contenido de cenizas, no pueden beneficiarse en una planta de lavado por la poca eficiencia que resultaría de tal operación, y por el hecho de que, para eliminar el agua del lavado se necesitaría bastante energía.

Prácticamente, los lignitos Brown Coal se utilizan en el lugar de su extracción y en su estado bruto. En los países donde la producción del lignito se hace en gran escala, se utiliza, sea por su poder energético, como combustible, o como materia prima para la producción de gas combustible (Synthetic natural gas) o de gas en la industria química.

En el caso actual del lignito de San Antonio, hay que considerar los

factores:

- Reservas muy débiles;
- Costo de producción todavía no estimado, pero que podría ser elevado.

Por eso, no puede contemplarse cualquier utilización para usos químicos o en forma de gas, por las inversiones que se necesitarían y que no se justificarían tanto por la poca importancia de las reservas como por el costo de producción del lignito. Puede contemplarse la utilización como combustible y eso es el objeto de los párrafos que se dan a continuación:

### 3b. Generación de Energía Eléctrica.

Las plantas termoeléctricas modernas que utilizan el lignito como combustible son de potencia muy alta, por estar equipadas con unidades de 600 Mw, y para el futuro, se contemplan unidades de unos 900 Mw. En sus calderas, el lignito se utiliza en forma de combustible sólido pulverizado, por intermedio de quemadores muy parecidos a los que equipan las calderas utilizando petróleo. En verdad, la única diferencia que existe entre térmicas a base de lignito y las a base de petróleo es la relacionada a los equipos auxiliares que se necesitan, en el caso del lignito, para almacenar, moler y secar el combustible, así como para la extracción de las cenizas. Resulta una inversión mayor en el caso del lignito (500 a 600 dólares por Kw nominal contra 400 en el del petróleo). En el caso de plantas hidroeléctricas, la inversión se estima de 800 hasta 1,200 dólares por Kw. En cuanto al consumo de combustible, se considera, cuando se trata del lignito, que se necesiten de 2,500 hasta 3,000 kcal para generar 1 Kw h. Hay que precisar bien que esos valores de la inversión y del consumo energético se refieren a unidades de potencia no menor de 100 Mw.

Faltan elementos para térmicas de potencia menor, lo que sería el caso de San Antonio. En efecto, si se comprobara un consumo de 3,000 kcal para 1 Kwh se necesitarán dos toneladas de tal lignito para generar 1 Mwh. Suponiendo 7,000 horas de marcha por año, una térmica de 20 Mw necesitaría  $20 \times 2 \times 7000 = 280,000$  toneladas al año, y para una térmica de 15 Mw, 210,000 toneladas al año.

En la situación actual de las reservas, la vida de la térmica no sobrepasaría respectivamente de 11 a 15 años. Tiene que considerarse un mínimo de 20 años como mínimo de vida de la térmica, para lo cual es necesario desarrollar reservas adicionales o si no se encontrarán éstas sustituir al lignito por petróleo al agotarse las reservas actuales de la mina. Tal sustitución podría realizarse sin gastos importantes en cuanto al equipo, solo el precio de petróleo resultaría más elevado bajo la influencia de los gastos de su transporte hasta el lugar de la planta. Antes de estudiarse la factibilidad de una térmica de 15-20 Mw, ubicada cerca de San Antonio, hay que conocer el interés que ofrecería tal planta con respecto a las necesidades de energía eléctrica en esta región, y ante todo, conocer la situación actual en cuanto a la producción y a la distribución de la corriente eléctrica en el área de Santa Rosa de Copán.

Según las informaciones recibidas en la Empresa Nacional de Energía Eléctrica, la situación es la siguiente:

- Hay escasez de energía eléctrica en la Ciudad de Santa Rosa de Copán, que todavía no está conectada con la red nacional, y donde la corriente se recibe de una planta diesel de 1500 Kw, con servicio muy limitado.
- Existe un proyecto (El Nispero) para generar 22 Mw hidráulicos en

un lugar situado a unos 100 Km. de distancia de Santa Rosa, y va a hacerse la interconexión entre esta planta, Santa Rosa y la red nacional.

- De todas maneras, la generación de 15-20 Mw en San Antonio, con conexión a la red nacional, sería interesante.
- En esta zona la demanda es estable durante todo el año.
- En cuanto a la factibilidad económica de una planta térmica de 15-20 Mw, un elemento de comparación es el siguiente: una planta diesel de 20 Mw consume 0.045 lempiras de combustible por Kwh. Con el incremento de los costos, y si se consideraran las inversiones y la operación de la planta, el costo de producción sale a 0.08 lempiras el Kwh.
- Por otra parte, la ENEE estima en 12 millones de dólares la inversión para una planta térmica de 20 Mw, lo que corresponde bien al valor antes mencionado de 600 dólares por Kw nominal.

Volviendo al consumo de combustible de una planta diesel de 20 Mw, que cuesta 0.045 lempiras por Kwh al valor actual del precio del petróleo, el balance se realizaría con una planta térmica en San Antonio, bajo la condición de que el precio de entrega a la planta de 2 kilogramos de lignito sea el mismo, que equivale a 22.50 lempiras por tonelada.

Así los estudios futuros tendrán que averiguar si el costo de producción total por tonelada del lignito a extraerse de la mina no sobrepasaría tal monto. A priori eso no parece imposible.

También los mismos estudios tendrán que comparar el costo de producción del Kwh de la térmica contemplada en San Antonio, con

el costo probable de una planta hidroeléctrica de la misma potencia ubicada en la región, al suponer que los recursos hidráulicos requeridos existan en esa zona.

Fuera de estas consideraciones de carácter económico, habrá que tener en cuenta varios factores técnicos, entre ellos la disponibilidad de agua en cantidades suficientes. Los datos correspondientes, así como los que se refieren a la meteorología, figuran en el Anexo V.

Por último, hay que mencionar el problema del entrenamiento del personal encargado de la operación de la planta térmica que hasta la fecha no existe en Honduras. También habrá que considerar el ahorro de divisas por la disminución de las importaciones de petróleo crudo que resultaría del uso del lignito como combustible.

3c. Fabricación de Cemento.

No obstante que la única planta productora de cemento del país funciona a su ritmo normal, la demanda interna ha crecido en forma tan acelerada que ya no puede ser satisfecha, debido principalmente al incremento en la construcción de viviendas y edificios, así como el gran consumo de las obras de infraestructura que lleva a cabo el Gobierno, lo mismo está sucediendo en Guatemala, donde se ha recurrido a las importaciones de cemento mexicano. Tal circunstancia permite contemplar el uso del lignito de San Antonio como combustible en la producción de clinker para cemento, en lugar del Bunker C, cuyo precio tiende a subir a niveles prohibitivos en perjuicio de la economía nacional.

Los factores determinantes para la utilización del lignito como combustible en la industria cementera pueden ser enumerados así:

1. Calidad del lignito en cuanto a su poder calorífico, relación de combustión y contenido de cenizas.
2. Monto del capital necesario para instalar una nueva fábrica de cemento cerca del yacimiento de lignito, para aprovechar además los depósitos de caliza, arcilla y yeso que allí existen, transportando el producto ya elaborado a los mercados de consumo, incluyendo Guatemala y eventualmente El Salvador.
3. Transporte del lignito a grandes distancias de la mina, sin alterar su calidad, bajo condiciones de seguridad contra incendio y a costos rentables. Lo que se ha considerado como muy difícil.

Como se mencionó antes, por naturaleza el lignito se oxida fácilmente al contacto con el aire, con pérdida de poder calorífico, siendo vulnerable a la desintegración y combustión espontánea al perder humedad durante su transporte y almacenamiento, por lo que su utilización lejos de la mina será objeto de un cuidadoso estudio que este fuera del límite del presente análisis.

A continuación se presenta un balance tentativo del valor competitivo de una tonelada de cemento empleando lignito como combustible, al precio actual del Bunker en Honduras.

Procedimiento de Cálculo:

Consumo de Bunker por tonelada de clínker producido = 100 litros  
o sea = 26.42 gls.

Valor del Bunker C:  $26.42 \times 0.27 = \text{US}\$7.13/\text{Ton. Clínker.}$

26.42 galones de Bunker C pesan:  $26.42 \times 7 = 184.94$  libras.

Valor calorífico Bunker C = 18,500 Btu/Lb.

Valor calorífico de 26.42 galones de Bunker C :

$$184.94 \times 18,500 = 3,421,390 \text{ Btu} = 861,011 \text{ kcal}$$

Así para producir una tonelada de clinker se necesitarían:

$$\frac{861.011}{2,834} = 304 \text{ Kg. Lignito (Base Seca)}$$

o sean,  $\frac{304}{0.55} = 553 \text{ Kg. (Base Húmeda)}$

El precio de la tonelada de lignito recibido por la planta no deberá ser mayor de:

$$\frac{7.13}{0.553} = \text{US\$12.89} = \text{Lps.25.78}$$

El transporte de una tonelada de lignito de la mina a una planta de cemento ubicada a 250 kilómetros de San Antonio, cuesta 16.15 lempiras base húmeda (y 8.88 lempiras base seca), considerando que el flete por tonelada-kilómetro en camiones con capacidad de carga de 22 toneladas es de 0.066 lempiras, lo cual constituye un factor muy importante en la economía de la operación.

Para producir 30,000 toneladas de clinker al mes se necesitan:  
 $30,000 \times 0.553 = 16,590$  toneladas de lignito o sean :  $16,590 \times 12 = 199,080$  toneladas por año.

La cantidad de cenizas introducidas por el lignito en la pasta de clinker sería de  $304 \times 0.505 = 153.5$  Kg. por una tonelada de clinker.

La composición de esta ceniza es muy similar a la de la arcilla utilizada en la carga del horno para la producción de clinker con bunker C.

3d. Fabricación de Briquetas

Hace largo tiempo, unos lignitos europeos se utilizaron en forma de briquetas, y era muy común el empleo de ellos, para usos domésticos en algunos países productores de lignito del tipo "brown coal". La distribución generalizada del gas en las ciudades, así como el desarrollo del empleo del gas butano embotellado, tuvieron como consecuencia la disminución progresiva de tal utilización. Sin embargo, la fabricación de briquetas sigue en Alemania, para usos industriales y domésticos. Las briquetas pueden transportarse y almacenarse sin problemas. En época muy remota, cuando se utilizaban en gran escala en Alemania y Este de Francia como combustible para usos domésticos, una categoría muy apreciada era la briqueta llamada (en Francia) "briquette union" que se vendía en las tiendas de alimentos, en forma de placas de un peso de orden 1 kilogramo. Las "amas de casa" al hacer sus compras, las adquirían para cocinar la comida. En efecto, podían encenderse muy fácilmente. La fabricación de ellas no necesitaba la adición de una materia aglutinante, como es el caso del carbón antracita, el briquetaje se hace agregándole un 8 por ciento de brea.

En el caso del lignito de San Antonio, el experto no puede dar una opinión en cuanto a la probabilidad de fabricar briquetas con él, utilizando muy fuertes presiones o sea, en otras palabras, si tal lignito tienen propiedades autoaglutinantes. Tampoco puede decirse si existiera otro proceso de fabricación y si las briquetas que se fabricaran, podrían encenderse fácilmente, quemarse sin humo desagradable o sin olor de azufre. Solamente puede opinar que tal posibilidad vale la pena de ser investigada. Tal problema tiene también un aspecto comercial. Es evidente que si existiera tal solución, y que las briquetas fabricadas podrían competir con la madera o el carbón de madera, como sustituto combustible en las estufas domésticas, así como en los hornos

artesanales, como los que se utilizan para secar el tabaco, eso sería muy provechoso en Honduras, donde la deforestación es un problema de una importancia mayor.

3e. Utilización como fertilizante.

Hace unos años, se hacen pruebas para estudiar la propiedad del lignito del tipo "brown coal" en cuanto a su utilización posible como fertilizante. Se comprobó que tal lignito por el alto porcentaje de materia húmica que tiene, al utilizarlo con una adición de materia orgánica asimilable por las bacterias, mejora la calidad de los suelos que tienen poca cantidad de humus. Tal influencia favorable se debe al hecho de que va aumentándose la porosidad del suelo, de tal manera que las plantas, aprovechan una mayor humedad y por más período de tiempo durante el año. Eso se manifiesta particularmente en el caso de cultivos intensivos, como el de verduras o de flores, que resulta en un empobrecimiento del suelo, en cuanto a su porcentaje de humus. El lignito se utiliza como cualquier otro fertilizante químico en forma de pellets, que se comercializan en bolsas de 25 kilogramos.

La existencia de un proyecto de cultivo intensivo cerca del lugar La Entrada, así como el de un vivero de plantas de ornato para interiores en el Valle de Naco, Departamento de Cortés, hace suponer que se encontraría en la región un mercado local para un fertilizante a base de lignito.

#### IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De lo antes expuesto, se concluye que después de completarse una primera etapa, debe planificarse la segunda, a partir de los elementos ya obtenidos y que hacen pensar que, aunque que de tonelaje reducido, las reservas desarrolladas del yacimiento de San Antonio, pueden explotarse al contemplarse algunos usos posibles del lignito producido. El objetivo de esta segunda etapa será el siguiente:

En cuanto a la producción del lignito:

- Investigar otras partes de la zona carbonífera para aumentar las reservas explotables.
- Hacer análisis adicionales en muestras extraídas del Manto Potrerillos mediante obras mineras, con el objeto de determinar la gravedad específica del lignito en su estado natural y, estudiar la disminución de su poder calorífico en relación con el tiempo.
- Calcular el costo de producción en relación con varias tasas posibles a cielo abierto en las reservas de lignito ya comprobadas en la Aldea de San Antonio, así como las inversiones que se necesitarán para la remoción inicial del terreno, para construcción, desague, compra de terrenos, indemnizaciones y equipos. Los primeros puntos los puede ejecutar directamente CARINSA y el tercero en parte por una firma consultora hondureña especializada en canteras y obras civiles. Será necesaria la asistencia de una firma consultora extranjera que tenga capacidad en la ingeniería minera del carbón.

En cuanto a las utilizaciones posibles:

- Hacer un estudio de factibilidad de una planta térmica de 15-20 Mw, ubicada cerca de San Antonio. Tal estudio comprenderá en

su parte técnica la descripción detallada de la planta en cuanto a sus principales elementos. Además en su aspecto económico se tendrá que determinar el costo de producción del Kwh, así como el monto de las inversiones.

- Determinar si al disminuir el porcentaje de humedad del lignito al salir de la mina o alguna otra alternativa, sería factible abaratar el costo de transporte a las plantas de cemento ya existentes, sin alterar sus propiedades energéticas que afectan sensiblemente su utilización como combustible.

Tal punto puede ser realizado únicamente por una firma que tenga larga experiencia en la explotación y la utilización del carbón.

- Averiguar si es factible la fabricación de briquetas, que tengan las características requeridas para utilizarse en las estufas domésticas.

Esto tendría que estudiarse por medio de una firma con suficiente experiencia en lo particular.

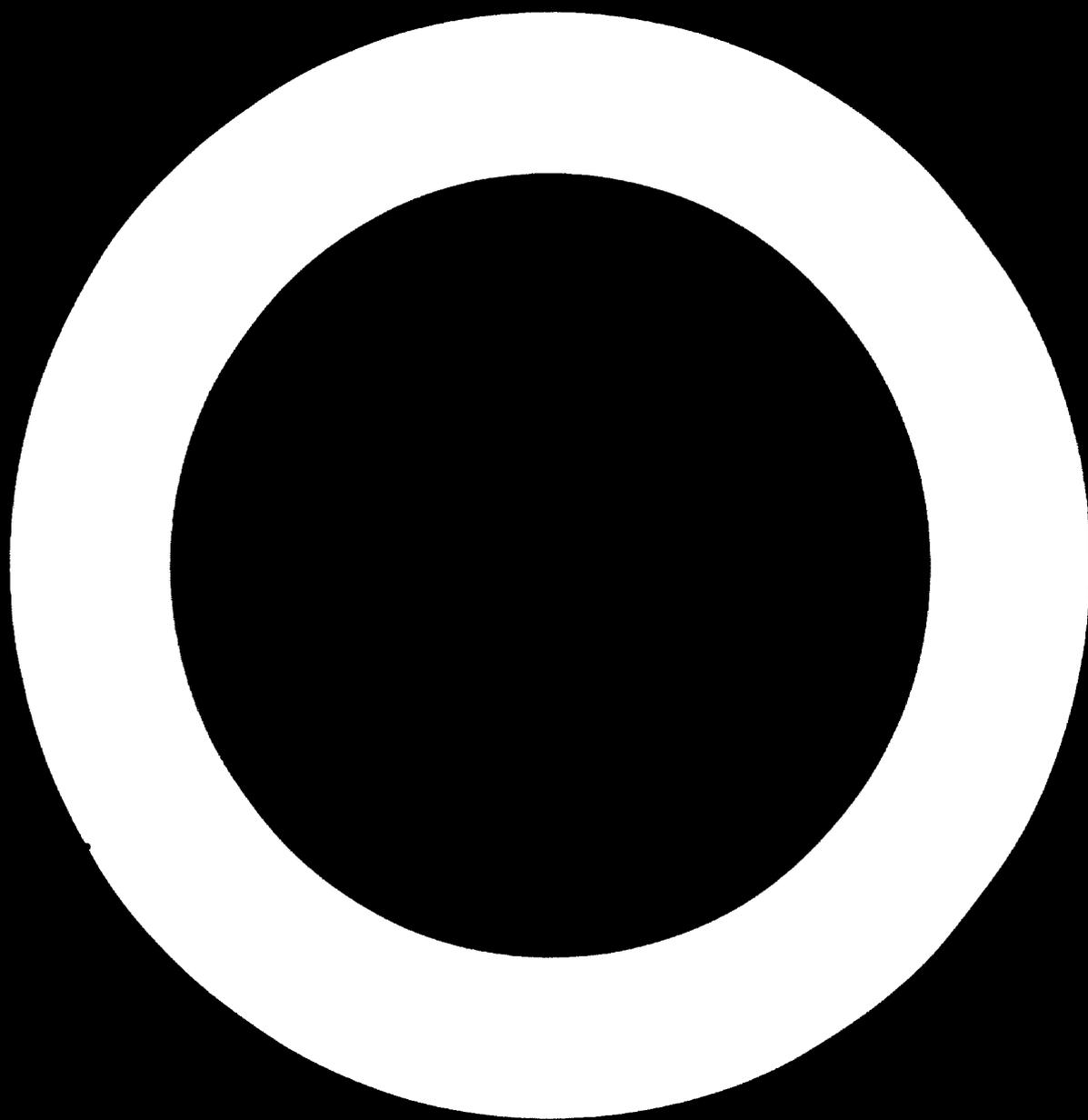
- Solicitar informaciones en cuanto a la utilización del lignito como fertilizante, así como sugerencias para orientar a CARINSA hacia un programa de pruebas que talvez puedan realizarse a través de los institutos hondureños dedicados a la experimentación de cultivos.

Esto podría obtenerse a través de una firma consultora vinculada con varios institutos de investigaciones de la industria carbonera. Así, conforme al deseo de CARINSA, se solicitaran los servicios de una firma consultora extranjera para llevar a cabo la segunda etapa de su proyecto de desarrollo de la cuenca carbonera de San Antonio.

Al iniciar sus estudios, CONADI ha manifestado al experto el interés de conocer su opinión en cuanto a las ofertas ya recibidas

de firmas consultoras extranjeras sobre un estudio de factibilidad. En la situación actual, tales ofertas no son satisfactorias por estar restringidas a un estudio de prefactibilidad de la mina que no encaja con el programa de la segunda etapa, tal como acaba de describirse de manera concreta. El experto opina que se necesitará otra invitación de oferta, en el preámbulo de que, se insistiría sobre el grado bastante avanzado ya alcanzado en cuanto a la investigación del yacimiento, así como a la búsqueda de las utilidades posibles. La descripción de los servicios solicitados figura en el presente informe. Se recomienda solicitar precios separados para las pruebas como los de combustión o de briquetaje que, al realizarse los estudios, se considerarían como necesarios.

Al terminar el presente informe, el experto concluye que si no le es posible opinar de manera definitiva en cuanto al proyecto de San Antonio, ya se tiene el camino que deberá seguirse para lograr su realización.



Anexo I

PERSONAS ENTREVISTADAS

En CONADI:

Ing. Norman García Paz  
Jefe Departamento de Promoción Industrial

Ing. Roberto A. Galvez B.  
Oficial de Enlace del Departamento de  
Promoción Industrial

En CARINSA:

Ing. Geólogo Rentería Elvir A.  
Director del Proyecto de Carbón

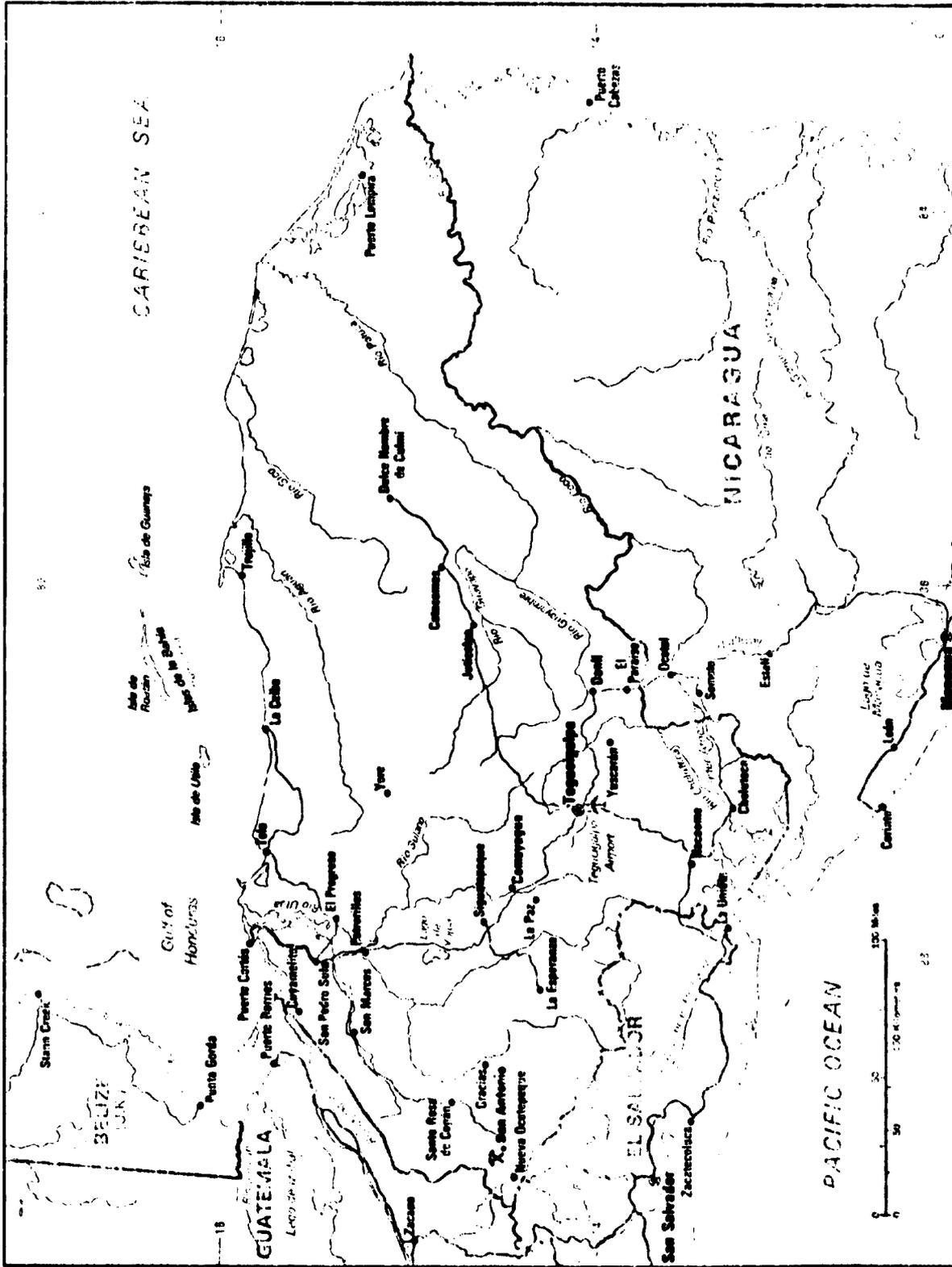
En ENEE:

Dr. Luis Cosenza J.  
Gerente General

De todos el experto ha recibido una buena acogida, así como toda la asistencia necesaria.

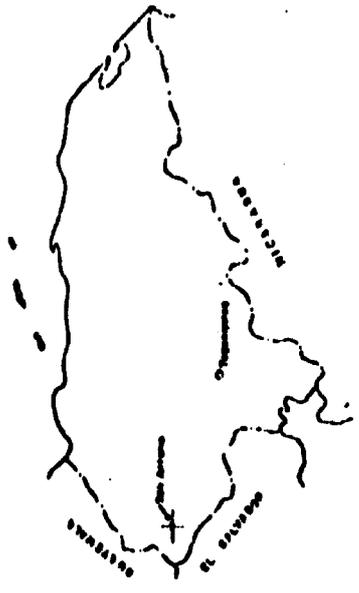
# Honduras

ANEXO III  
MAPA INDICE



Las fronteras que aparecen en este mapa no entrañan una aprobación o aceptación oficial de parte de las Naciones Unidas.

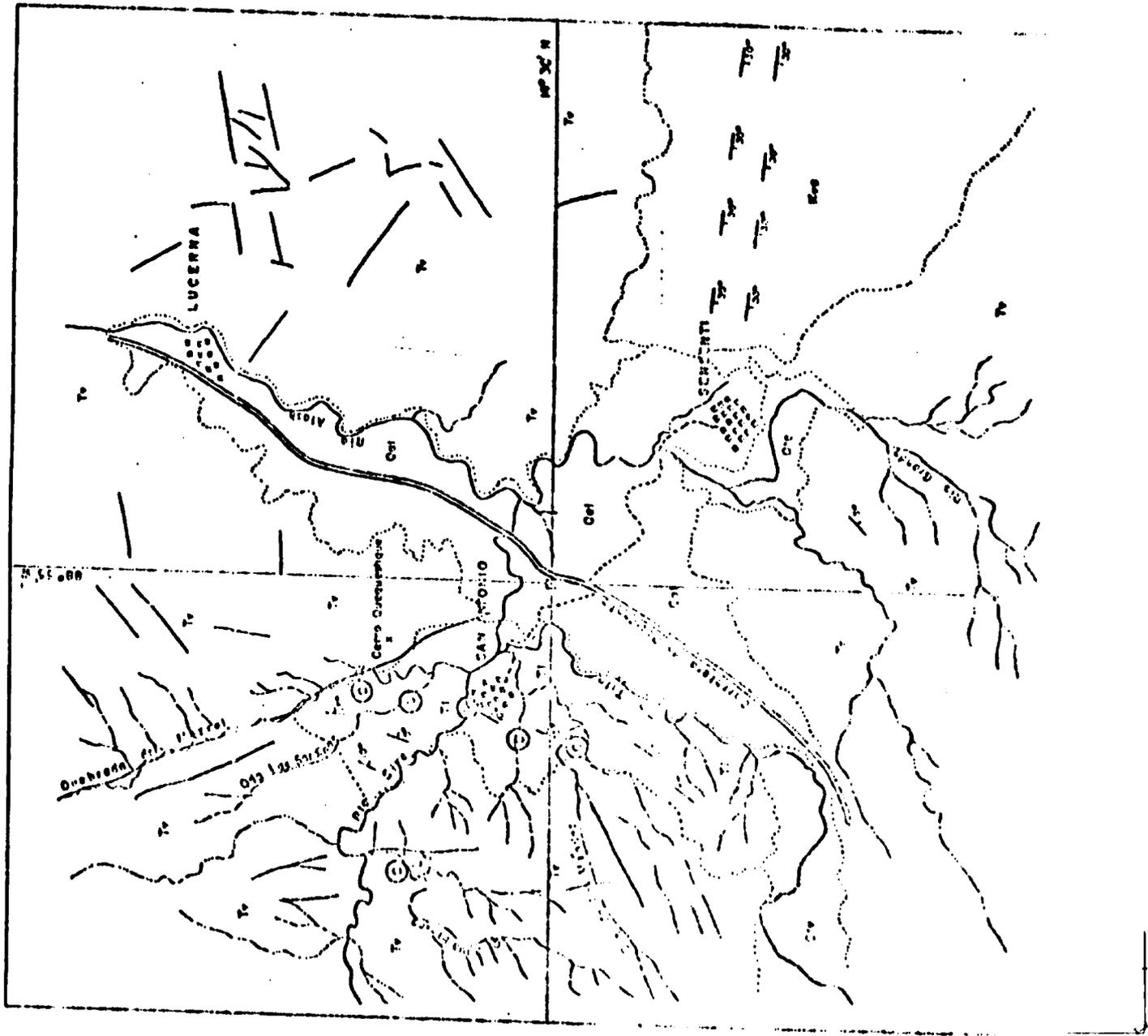
Atrezo III  
**MAPA GEOLOGICO DEL AREA DE SAN ANTONIO**



MAPA INDICE

EXPLICACION

- Cenozoico arcillas y arenas.
- Cenozoico fluvial - terrazas.
- Terciario volcánico - ignimbritas.
- Terciario lacustre - arenáceas, limoníticas, ligníticas, carbonáceas.
- Cretácico Vera de Bargas - arena gruesa reworked de arenas, conglomerados de arena.
- Cretácico arenoso.
- Falda y echado de estructuración.
- Zona de tecto.
- Corriente de agua subterránea.
- Corriente de agua intermitente.
- Contorno.
- Aparentemente de 1000'.  
 Elevation de 2000'.



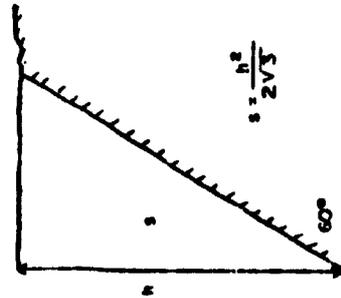
Anexo IV

**CALCULO DE VOLUMENES DE CARBON Y ESTERILES DEL MANTO "POTRERILLOS" ZONA MINERA DE SAN ANTONIO OCOTEFQUE**

No. Bloques	Referencia Sondeos	Manto Lignito		Intercalaciones		Encaps			
		Superficie m <sup>2</sup>	Esesor m	Volumen m <sup>3</sup>	No.	Esesor total m	Volumen m <sup>3</sup>	Esesor m	Volumen m <sup>3</sup>
1	1.5 afloramiento	20,000	5.41	108,200	2	1.75	35,000	28.88	577,600
1A	1.1A afloramiento	13,750	5.46	75,075	4	1.43	19,663	24.23	333,162
2	1.1A 6.5	37,600	6.25	235,000	4	1.49	56,024	36.09	1,356,984
3	5.6.14	18,750	5.64	105,750	3	1.77	33,188	40.77	764,437
4	1A.9.6	20,140	5.49	110,569	3	1.68	33,835	31.46	633,604
5	14.6.9.15	45,000	4.58	206,100	4	2.21	99,450	34.50	1,552,500
6	14.15.30	20,000	3.56	71,200	3	3.35	67,000	45.73	914,600
7	9.10.11.15	50,000	4.47	223,500	4	3.70	185,000	36.26	1,813,000
8	15.11.16.30	40,000	4.04	161,600	4	2.82	112,800	49.39	1,975,500
9	10.11.17.26	56,000	4.58	247,320	4	4.57	246,780	42.31	2,284,740
10	11.16.17.18	47,000	4.75	223,250	4	3.35	157,450	53.96	2,535,120
11	17.18.27	24,000	3.59	86,160	3	4.15	99,600	54.93	1,318,320
12	17.26.29	33,000	4.07	134,310	3	4.88	161,040	38.61	1,274,130
13	17.27.28.29	53,000	3.45	182,850	4	3.99	211,470	48.67	1,606,110
14	26.20.29	25,215	2.94	74,132	3	5.31	133,892	38.69	975,568
15	29.20.22.28	65,000	3.24	810,600	4	3.98	258,700	48.07	3,124,550
		566,455	(4.34)	2,455,616		(3.37)	1,910,892	(40.69)	23,041,025

Cálculo del volumen de terreno a removerse para dar a los taludes una inclinación de 60 grados.

Superficie de los triángulos =  $s = 0.289 h^2$  con  $h =$  esesor del encaps.



Lado Oeste: Referencia Sondeos =

Valores de  $h$  = 1A 9 10 26 29 20 22  
 39.30 26.70 34.80 36.89 28.66 50.53 53.35 promedio 3

Lado Este: Referencia Sondeos =

5 14 30 16 27 28 22  
 47.26 46.65 56.27 59.76 58.54 55.95 59.76 53.35 Pro.

Total Volúmenes:

$S = 0.289 \times 34^2 = 335 m^2$  Desarrollo longitudinal =  $2,120 m$  Volumen =  $335 \times 2,120 = 710,200 m^3$   
 $S = 0.289 \times 48^2 = 666 m^2$  Desarrollo longitudinal =  $2,137 m$  Volumen =  $666 \times 2,137 = 1,423,242 m^3$   
 710,200 + 1,423,242 = 2,133,442 m<sup>3</sup>

Anexo V

CUADROS DE CLIMATOLOGIA E HIDROMETRIA

ESTACION ALASH EN LUCERNA

LAT. 14°31'.7 LONG. 88°56.6'

AREA 679 Km<sup>2</sup>

AÑO HIDROLOGICO 1971 - 72

AÑO HIDROLOGICO 1972 - 73

MES	Q MAXIMO	Q MEDIO	Q MINIMO	MES	Q MAXIMO	Q MEDIO	Q MINIMO
MAYO	27.8	3.89	1.12	MAYO	12.8	3.90	1.33
JUNIO	161	9.37	2.09	JUNIO	294	15.5	2.86
JULIO	349	18.0	3.09	JULIO	114	12.4	2.40
AGOSTO	349	48.8	11.3	AGOSTO	609	20.4	3.79
SEPTIEMBRE	263	38.8	13.3	SEPTIEMBRE	161	17.9	6.26
OCTUBRE	502	54.1	9.30	OCTUBRE	12.8	4.72	2.70
NOVIEMBRE	61.1	11.3	6.62	NOVIEMBRE	13.8	3.53	2.40
DICIEMBRE	8.04	5.12	3.79	DICIEMBRE	15.2	3.85	1.94
ENERO	4.25	3.08	2.55	ENERO	3.09	2.23	1.63
FEBRERO	13.6	3.02	2.25	FEBRERO	7.31	2.09	1.33
MARZO	2.25	1.77	1.48	MARZO	5.18	1.38	0.923
ABRIL	5.18	1.67	1.33	ABRIL	1.33	1.01	0.650

Q = Caudal en Metros Cúbicos por Segundo.

El registro en la estación Alash incluye el caudal del Río Sixe.

ESTACION SIXE EN SAN ANTONIO

LAT. 14°31.5'

LONG. 88°58.6'

AREA 174 Km<sup>2</sup>

AÑO HIDROLOGICO 1971 - 72

AÑO HIDROLOGICO 1972 - 73

MES	Q MAXIMO	Q MEDIO	Q MINIMO	MES	Q MAXIMO	Q MEDIO	Q MINIMO
MAYO	7.13	0.997	0.288	MAYO	3.28	2.49	0.341
JUNIO	41.2	2.40	0.536	JUNIO	75.4	3.98	0.732
JULIO	89.4	4.61	0.792	JULIO	29.3	3.17	0.615
AGOSTO	89.4	12.5	2.89	AGOSTO	154	5.23	0.970
SEPTIEMBRE	67.4	9.94	3.41	SEPTIEMBRE	41.2	4.60	1.60
OCTUBRE	129	13.9	2.38	OCTUBRE	3.29	1.21	0.593
NOVIEMBRE	15.7	2.89	1.70	NOVIEMBRE	3.54	0.904	0.615
DICIEMBRE	2.06	1.31	0.970	DICIEMBRE	3.90	0.986	0.497
ENERO	1.09	0.790	0.654	ENERO	0.792	0.572	0.419
FEBRERO	3.49	0.773	0.575	FEBRERO	1.87	0.535	0.341
MARZO	0.575	0.453	0.380	MARZO	1.33	0.352	0.237
ABRIL	1.33	0.427	0.341	ABRIL	0.341	0.259	0.218



PROGRAMA CATASTRO NACIONAL

Tegucigalpa, D.C. Honduras, C.A.

DATOS MENSUALES DE LLUVIA

ESTACION: La Labor (Ocotepe-Municipalclatura)

(mm)

LONGITUD (mts)

LONG.

LAT.

	MAYO	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
73 - 74	122	314	174	367	269	17	36	25	1	2	73	21	1421
74 - 75	192	295	130	194	362	84	9	1	7	4	0	16	1294
75 - 76	115	127	328	23	327	178	37	6	9				36
$\bar{X}$	159	211	173	222	230	142	37	14	6	12	14	35	1255
$\bar{X}_T$	135	215	206	182	256	146	38	15	4	9	15	36	1257

nt.....

PROGRAMA CATASTRO NACIONAL

Tegucigalpa, D.C. Honduras, C.A.

DATOS MENSUALES DE LLUVIA

ESTACION: SAN MARCOS de Oco- INTERCLATURA 25-136 LAT. 14°24' LONG. 88°57' ALTUDAS: 814 mts.  
 tepeque (mm) (mts)

	MAYO	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
2 - 53							9	8	0	0	0	0	41
3 - 54	61	331	185	114	347	38	10	20	10	0	10	85	
4 - 55	147	364	321	96	481	134	5	5	3	58	26	0	
5 - 56	46	127	615	476	240	232	70	65	0	41	53	0	
6 - 57	222	300	150	174	183	8	13	0	13	5	5	15	
7 - 58	127	76	157	287	323	208	8	0					
5 - 66	(139)	(164)	(113)	(133)	(178)	(140)	(20)	(45)	(25)	(28)	(36)	(140)	1161
6 - 67	(172)	(144)	(197)	(237)	(153)	(191)	(28)	(22)	(27)	(27)	(21)	(83)	1302
7 - 68	(70)	(196)	(99)	(190)	(176)	(95)	(33)	(34)	(26)	(25)	(22)	(43)	1311
8 - 69	(240)	(211)	(114)	(121)	(320)	(234)	(99)	(38)	(20)	(21)	(31)	(54)	1503
9 - 70	(120)	(184)	(56)	(145)	(202)	(116)	(35)	(29)	(28)	(24)	(35)	(70)	1245
10 - 71	(209)	(180)	(276)	(286)	(218)	(198)	(39)	(28)	0	0	0	0	1344
11 - 72	154	255	177	297	210	280	61	16	6	7	0	44	1577
12 - 73	137	156	154	155	125	24	41	13	2	2	4	24	837
13 - 74	168	224	187	314	237	91	17	30	0	3	61	37	1359
14 - 75	196	231	134	141	293	56	4	1	4	1	0	59	1120
15 - 76	152	163	115	251	391	207	41	8					
$\bar{X}$	161	195	151	202	211	134	39	26	14	14	21	55	1223
$\bar{X}_T$	148	207	191	214	255	135	32	22	11	16	20	46	1297

**PROGRAMA CATASTRO NACIONAL**

Tegucigalpa, D.C. Honduras, C.A.

DATOS MENSUALES DE LLUVIA

ESTACION: CORQUIN COPAN      TEMPERATURA 25 - 119      LAT. 14°34'      LONG. 88°51'      ELEVACION: 900 Mts. (mts)

	MAYO	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
5 - 66	(130)	(153)	(108)	(124)	(162)	(130)	(31)	(58)	(35)	(38)	(44)	(47)	1257
6 - 67	(157)	(134)	(177)	(211)	(141)	(173)	(38)	(33)	(37)	(37)	(32)	(83)	1253
7 - 68	(72)	(178)	(96)	(171)	(160)	(93)	(41)	(42)	(36)	(35)	(33)	(50)	1707
8 - 69	(213)	(189)	(109)	(115)	(279)	(208)	(96)	(46)	(31)	(32)	(40)	(59)	1417
9 - 70	(114)	(167)	(61)	(134)	(181)	(110)	(44)	(38)	(38)	(34)	(43)	(72)	1036
0 - 71	(122)	(163)	(243)	(251)	(195)	(103)	(47)	(39)	(42)	(82)	(0)	(9)	1351
1 - 72	105	65	72	67	234	200	81	17	3	21	0	10	875
2 - 73	325	188	227	138	83	17	48	237	1	0	19	22	1375
3 - 74	86	335	127	346	249	127	50	35	12	24	45	0	1436
4 - 75	81	236	177	313	393	98	15	3	33	2	(0)	13	1354
5 - 76	135	146	85	31	136	144							
$\bar{X}$	147	181	140	187	203	126	49	55	27	31	25	37	1211
$\bar{X}_T$	146	178	135	173	201	128	49	55	27	31	25	37	1185

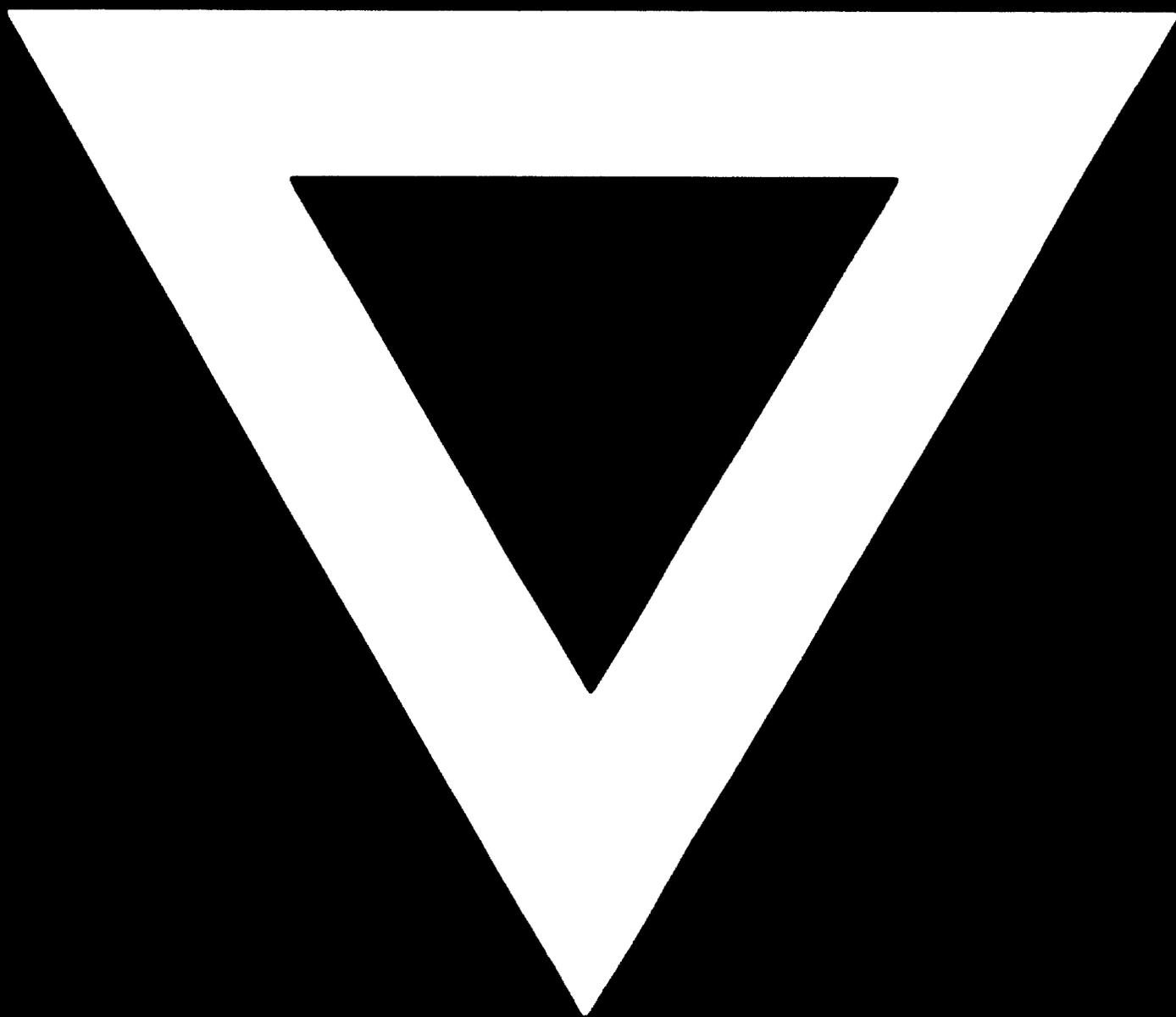


ESTACION: LONGITUD: LATITUD: ELEVACION: TOTAL ANUAL

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL ANUAL	
					TEMPERATURA AMBIENTE EN CENTIGRADOS MEDIA MENSUAL									
1976		23.8	23.7	24.2	22.8	23.3	23.6	23.3	22.1	20.6	20.7			
1977	20.1	21.6	24.8	23.5	24.1									
					HUMEDAD RELATIVA (%) MEDIA MENSUAL									
1976		57	64	70	83	78	77	79	82	80	78			
1977	71	71	64	69	70									

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards even though the best possible copy was used for preparing the master fiche.

**C-721**



**79.01.15**