

# LOS LIGNITOS DEL AREA ILOBASCO (RIO LOS FRAILES), EL SALVADOR (CENTRO AMERICA)

Willi Herbert Grebe

Geólogo Minero de la Dirección General de Comercio,  
Industria y Minería de El Salvador

\* \* \* \* \*

## INTRODUCCION

### 1. Tareas y fines.

Antes de empezar la tarea de examinar los depósitos de lignitos salvadoreños acerca de su valor económico para la República, he revisado la literatura respectiva, según la cual se conocen en la actualidad los siguientes depósitos en El Salvador:

#### Departamento de Cabañas:

1. Río Los Frailes, W de Ilobasco.
2. Río Las Cañas, W de San Isidro.
3. Río Los Naranjos, N de San Isidro.
4. El Hoyo de La Labor, S de Ilobasco.
5. En el Valle del Río Lempa, N de Jutiapa.
6. En el Valle del Río Lempa, E de Nombre de Jesús.
7. Cerca de la desembocadura del Río Torola en el Lempa (San Juan Lempa).
8. En el Valle del Río Lempa, NE de Villa Dolores (Santa Lucía).
9. En el Valle del Río Titihuapa, S de Villa Dolores.

#### Departamento de Cuscatlán:

10. San Pedro Perulapán, Cantón Istagua.
11. Tenancingo, Cantón Ajuluco.
12. Suchitoto, Cantón Tenango.

#### Departamento de Morazán:

13. En el Valle del Río Torola, W de San Simón.

#### Departamento de San Miguel:

14. En el Valle del Río Torola, N de Nuevo Edén de San Juan.
15. Al N de Carolina, N del Río Torola.

#### Departamento de Santa Ana:

16. En la desembocadura del Río Tahuilapa en el Río Lempa.

#### Departamento de La Unión:

17. Cerca de Pasaquina.
18. Al S de Yucuaiquín, en el lugar El Carmelo.

Según juicio común de todos los autores, el área de mayor importancia es aquel al oeste de Ilobasco, en el valle del Río Los Frailes. Por esa razón he efectuado un levantamiento especial en este área, cuyo resultado es objeto de la presente. Es la intención del autor visitar uno por uno los demás lugares para así obtener una idea clara de sus valores.

El depósito en el Río Los Frailes se encuentra a unos 50 kms al oriente de la capital de San Salvador, a 1-2 kms al oeste de la ciudad de Ilobasco. Los lignitos afloran en las quebradas de la red hidrográfica del Río Los Frailes y Río Grande del Colco, en los cantones Sitio Viejo y Oratorio (jurisdicción Ilobasco, Cabañas). El área en cuestión se encuentra a unos 700 m sobre el nivel del mar.

### 2. Resumen histórico.

Los lignitos del Río Los Frailes se conocen desde algunos 100 años. Durante este tiempo se han presentado frecuentemente denuncias de estas vetas, mientras que, en las demás áreas de lignitos, raras veces fueron presentadas. En el archivo de la Dirección General de Comercio, Industria y Minería, Sección de Minería (San Salvador) existen las siguientes denuncias:

En 1882	presentado por	Miguel Ruíz y Francisco Valladares.
" 1890	" "	Carlos Phillips y Carlos Padgett.
" 1892	" "	Gonzalo Méndez.

" 1897	"	" Orlando Padgett y Carlos Padgett.
" 1898	"	" Federico Savoyer y O. y C. Padgett.
" 1931	"	" Eugenio Crepiat.
" 1932	"	" Rafael Lima y Cía.
" 1941	"	" Ernesto Degenhart.
" 1944	"	" Eugenio Crepiat.

En la mayor parte de los casos, sin embargo, los trabajos emprendidos no han pasado de exploraciones preliminares. Según he sabido, hubo únicamente un ensayo de explotación en mayor escala, por Rafael Lima y Cía. entre 1930 y 1940.

El área fué por primera vez mencionada por SQUIER en 1856, quien sin embargo no lo visitó personalmente. Según LARDE (1924) y LARDE Y LARIN (1952) se estableció en 1875 una comisión, por parte del Gobierno, para el estudio de estos lignitos. Miembros de ella (BRIZUELA y GOMEZ) encontraron "mastodontes" (?) en la serie del lignito. El primer dato exacto de la ubicación de los lignitos fué publicado por GUZMAN (1883). Otros en mencionarlos son SAPPER (1899) y FLEURY (1915); el último sin embargo no ofrece mayor detalle sobre los lignitos porque su interés esencial han sido los yacimientos de oro y plata. Un análisis de lignito (sin procedencia) publicado por FLEURY bien puede haberse originado del área de Los Frailes.

La primera publicación más detallada de los lignitos salvadoreños la debemos al Padre BASAURI (1945) quien dedica especial atención a los lignitos de Los Frailes. Se ha juntado toda la información disponible, mereciendo especial atención los análisis publicados que varían mucho con respecto al contenido de cenizas. En el mismo año, 1945, investigó DE KÖNINCK los lignitos salvadoreños, y él también cree que los mayores y a la vez mejores depósitos de lignitos de la República se encuentran en el área de Los Frailes. En su manuscrito (del cual únicamente tuve ocasión de ver el texto, sin las gráficas), se describen las condiciones tectónicas del depósito. Según él, el depósito se encuentra en una depresión asimétrica que termina hacia el norte por medio de una falla. Los afloramientos de la misma veta de carbón

en varios lugares del área, quedando igual su dirección (rumbo NW más o menos), son explicados por este autor como consecuencia de una falla. Su clasificación petrográfica de las rocas del área no es unívoca ni exacta, lo que se debe a su propósito de emplear términos criollos indefinidos para describirlos. DE KÖNINCK fué el primero en reconocer que los lignitos de Los Frailes se encuentran en una depresión tectónica entre lavas andesíticas y conglomerados.

## GEOLOGIA

### 3. Introducción a las condiciones geológicas.

La República de El Salvador está atravesada en dirección E-W por una ancha zona de hundimiento (graben), en la cual se encuentran alineados los volcanes recientes, en parte todavía activos (comp. las publicaciones de MEYER-ABICH, 1952 y 1953).

Hacia el sur colinda un bloque de montaña compuesta por rocas volcánicas más antiguas, la llamada cumbre.

Un bloque análogo se encuentra en el norte del graben; éste, según mi juicio, forma un horst que a la vez en su parte norte está bordeado por otra depresión, conteniendo el Valle del Río Lempa.

Las zonas de hundimiento (graben) están rellenas por depósitos volcánicos (tobas y lavas) y cúpulas de lavas más jóvenes (los del graben sur son de edad reciente), mientras que las rocas del horst en medio son, aún también de origen volcánico, de edad mayor y pertenecen a la serie que llamo la "Serie de las tobas aglomeráticas".

Esta región montañosa, donde se encuentra el área de Ilobasco, ha estado expuesta a la denudación varias veces desde su formación. Por eso, en la actualidad, tiene aspecto montañoso topográficamente elevado únicamente en su parte norte (foto 1). En su parte sur, los antiguos valles de erosión han sido rellenos posteriormente por cenizas y tobas más recientes; lo mismo que también la parte alta de esta montaña está cubierta, en su mayor parte, por ellas. Siempre en esta parte sur, las rocas más antiguas de la serie de las tobas aglomeráticas afloran únicamente en las eleva-

ciones o pendientes del terreno, presentándose como ventanas en medio de la cubierta de cenizas y tobas más recientes.

Durante la degradación de esta área, perteneciente a una época de actividad volcánica antepasada, se han formado, fomentadas por dislocaciones transversales, una serie de depresiones, en las cuales localmente existían las condiciones necesarias para la formación de los lignitos.

En una de estas depresiones lacustres se ha formado también el depósito de lignito del área del Río Los Frailes. Hacia tres lados, el oriente, norte y oeste, el área está limitada y marginada por las rocas del volcanismo antiguo (serie de tobas aglomeráticas). De acuerdo con los nombres indicados por DE KÖNINCK (1945) hablaremos de los macizos de Hobasco en el orien-

te, de Sitio Viejo en el norte y de Oratorio en el oeste. El término "macizo de Sitio Viejo" se aplica en este sentido únicamente con referencia a nuestro depósito de lignitos, en realidad no es un macizo independiente sino forma parte del macizo total de rocas del volcanismo antiguo, comprendido entre el graben del volcanismo reciente y el Valle del Río Lempa.

#### 4. Método de trabajo e ilustración.

Para el levantamiento geológico detallado se ha dibujado un mapa básico del área en escala 1:5,000, elaborado a base de las fotos aéreas.

Durante el levantamiento geológico fué mi empeño especial determinar la dirección y el buzamiento de los estratos. El mapa

Aluvio	<b>TERRAZAS DE GRAVAS</b> pocos metros		distribución local, sobre todo en los cauces de los ríos
Pleistocénico	<b>TOBAS DE POMEZ SUPERIORES</b> 0-60 mts	descomposición roja (más de 5 mts) en lava basáltica y andesítica	
	<b>SERIE DE LOS LIGNITOS</b> 35-40 mts		
	<i>disconformidad</i>		
	<b>TOBAS DE POMEZ INFERIORES</b> 25-? 150 mts		distribución sobre todo en la parte E de la depresión
Pliocénico ?	<i>disconformidad</i>		
	<b>TOBAS AGLOMERATICAS</b> (car. andesítico) varios centenares de mts		forman serie del lecho inferior, sobre todo en el N, pero también en la zona media y sur
	con basaltos y andesitas hasta 50 mts		los basaltos están en la parte N del área, las lavas andesíticas en la parte media y sur

TABLA 1.—Perfil estratigráfico en el área de los lignitos al Occidente de la ciudad de Hobasco.

geológico adjunto comprende algunos centenares de medidas con la brújula, este mapa (fig. 1) demuestra además la distribución de las diferentes clases de rocas en la superficie y la dislocación de la zona por medio de fallas.

Para ilustración de la sucesión estratigráfica se presenta el mapa de perfiles (fig. 2); ésta contiene 2 perfiles longitudinales (de norte a sur) y 5 perfiles transversales en la misma escala que el mapa geológico (1:5,000). La base de los perfiles corresponde a la altura de 600 mts s.n.m. Los perfiles se han dibujado en forma de perspectiva para facilitar la orientación en el espacio; la escala vertical de los perfiles no es desfigurada ni exagerada, es decir, también 1:5,000.

La extensión y distribución de los lignitos, tal como se manifiesta en los mapas adjuntos, se refiere a la serie o capa que contiene los lignitos, que en parte es representada por formaciones equivalentes (como p. ej. arcillas), es decir, no indica nada acerca de su calidad.

### 5. Estratigrafía y petrografía.

El levantamiento geológico ha revelado el siguiente perfil estratigráfico en el área de los lignitos al occidente de la ciudad de Ilobasco (tabla 1).

Como *tobas aglomeráticas* he clasificado espesas series de rocas poco estratificadas que se componen de grandes bloques de rocas generalmente redondeadas, de carácter andesítico, entremezclados en un cemento piroclástico de grano medio (foto 2). El color de este cemento o matriz es gris-café, ocasionalmente también gris claro. El tamaño de los bloques es muy variado, de modo que no se pueden deducir conclusiones acerca del área de donde se originan. Por lo general su diámetro varía entre 20 y 30 cms, pero también hay bloques de 50 cms de diámetro y aún mayores.

Esta serie de rocas está expuesta a pocos kms al norte de Ilobasco, en la carretera nueva que conduce a la Chorrera del Guayabo, a niveles entre 800 y 400 mts. Espesores análogos de 300-500 mts para esta formación se observaron al sureste de Jutiapa y al norte de Villa Dolores.

Intercaladas en estas tobas aglomeráti-

cas se encuentran hacia el techo corrientes de lava. En el cauce superior de aquella quebrada que desemboca en el Río Los Frailes al norte de la carretera de Ilobasco a Tejutepeque, se observaron además tobas ácidas (de pómez) intercaladas en los aglomerados.

Esta serie sumamente espesa y de gran extensión regional es de origen volcánico (corriente de lodo, lahars?), representando los productos de una serie sucesiva de erupciones, no de una sola. La intensidad de las erupciones explosivas disminuyó mientras que aumentó la producción de lavas, siendo las últimas lavas contemporáneas con las primeras eyecciones de cenizas o tobas dacíticas respectivamente riocáciticas.

Esta serie de tobas aglomeráticas es denominada por DE KONINCK (1945) como "conglomerados andesíticos".

Los *basaltos* y *andesitas* se encuentran sobre todo en las lomas que circundan la depresión lignífera. Su textura es laminar (laja), lo que se observó en lugares de buena exposición.

Relacionados con los macizos mencionados en la introducción, se distinguen estas capas de lava como sigue: Las lavas al oriente del Río Los Frailes y aquéllas entre este río y la nueva carretera a la Chorrera pertenecen al macizo de Sitio Viejo; al de Oratorio pertenecen las lavas expuestas en la carretera Ilobasco-Tejutepeque, al occidente del Río Los Frailes, y las lavas del cantón Oratorio a unos 3 kms al oeste de Ilobasco. Más o menos en el centro de la depresión, entre Ilobasco y el Río Grande del Colco, se extiende de norte a sur otro pequeño macizo "independiente" que en esa dirección mide 1.5 kms, mientras que su ancho no excede de 500 mts.

Las cubiertas de lava en la carretera de Jutiapa y al oriente del Río Los Frailes consisten de basaltos de idingsita o de piroxen\* conteniendo relativamente pocos fenocristales en una pasta densa y holocristalina.

Por otro lado, la cubierta de lava entre la nueva carretera a la Chorrera del Gua-

\* Agradézco al Dr. MEYER-ABICH la clasificación de las lavas por medio del examen microscópico en cortes delgados.

yabo y el Río Los Frailes, es una andesita hipersténica augítica. La lava en la carretera de Tejutepique es una andesita basáltica de hiperstena y augita; muy parecidas a éstas son las lavas del macizo de Oratorio y del pequeño macizo central en medio de la depresión lignitífera.

De aquí resulta que se pueden reconocer dos tipos diferentes de rocas efusivas en nuestra región: en la zona al norte del valle lignitífero los basaltos intergranulares (holocristalinos), mientras que todas las demás lavas del área son andesitas de hiperstena y augita, porfídicas e hialopiliticas.

En el techo de las rocas hasta aquí descritas se encuentra, separado por un plano de disconformidad, la *serie de tobas de pómez inferior*. En la parte oriental del valle, esta serie se compone de tobas de lapilli (de pómez) que se presentan o macizas o finamente estratificadas. En su parte inferior se encuentran intercaladas capas de cenizas resedimentadas o sedimentos arcillosos finos, presentes en toda el área en cuestión. El espesor de estos estratos intercalados varía entre 1 y 5 mts. En la parte media y superior de esta serie, sin embargo, se presentan también tales capas sedimentarias, pero más bien de manera esporádica, sin poseer el carácter de horizontes indicadores, es decir, no se pueden perseguir por toda la zona.

En la parte occidental del área lignitífera, las tobas inferiores tienen mucho menos espesor. Aquí, su parte basal (en la carretera Ilobasco al Cantón Oratorio, al oriente del Río Grande del Colco) está caracterizada por la presencia de grandes pedazos de pómez (10-20 cms Ø), de modo que este estrato podría denominarse una toba aglomerática de pómez. Sin embargo, su distribución es pequeña, a pesar de su espesor considerable.

Las tobas de pómez inferiores fueron removidas en la parte central y oeste de la zona en su mayor parte, por efectos de la erosión.

En su techo, separado otra vez por una disconformidad, se encuentra la *serie lignitífera*. Ella consiste en un cambio alternativo de tobas de lapilli y de grano medio de pómez, tanto en presentación maciza como finamente estratificada; además, de to-

bas o cenizas redepositadas y de capas sedimentarias de grano fino, de tierras de diatomeas y de las vetas de lignito. Como perfil normal de esta serie (tabla 2) indico la siguiente sucesión:

Techo:	Serie superior de tobas de pómez.
	tobas de grano y medio a grueso y tobas de lapilli sin estratificación
	tobas redepositadas con capas lenticulares de tierras de diatomeas, y en parte lignitos redepositados
Veta de lignito I	<u>lignito impuro</u>
	sedimentos arcillosos finos, con horizonte de descomposición
	tobas o cenizas redepositadas
20 - 25 mts	tobas de grano medio a grueso, no estratificadas (lahars?)
	tobas de lapilli de pómez macizas
	tobas redepositadas localmente con diatomitas u horizontes de descomposición en su base
Veta de lignito II	<u>lignito impuro</u> , en parte representado por arcillas lignitíferas
1 - 5 mts	horizonte de suelo
	tobas compactas, tobas redepositadas, diatomitas
Veta de lignito III	<u>lignito impuro</u>
	horizonte de suelo
	tobas o cenizas de pómez finamente estratificadas
	tobas de lapilli macizas
Lecho:	Serie inferior de tobas de pómez.

TABLA 2

El cambio extremadamente fuerte de la facies, impide una determinación exacta de los espesores en este perfil. En la tabla 3 se da un ejemplo para las variaciones petrográficas de los estratos, se trata de los levantamientos estratigráficamente detallados en la vecindad de la veta de

Perfil 1: Río Los Frailes	Perfil 2: Cantón Oratorio
65 cms: toba, blanca-café	>320 cms: tobas de lapilli
20 " : sedimentos arcillosos finos	
65 " : toba arcillosa, café-claro	
75 " : toba, gris	80 " : tobas de lapilli, con estr.
15 " : toba y lignito redeposit.	
03 " : toba con lignito, oscuro	
02 " : toba con lignito, café	
09 " : toba arcillosa con lignito	
11 " : toba con lignito, café	
40 " : toba con lignito, oscuro	
60 " : toba, gris	
20 " : toba con lignito	
28 " : toba redepositada, gris	17-30 " : diatomita
35 " : toba con lignito redepos.	~30 " : tobas redepositadas
12 " : toba redepositada, gris-verde	
14 " : toba de pómez	
13 " : lignito con toba	
16 " : lignito impuro	45 " : lignito impuro
-----	-----
30 " : lignito con toba	~ 100 " : horizonte de suelo
20 " : horizonte de suelo	~ 180 " : tobas redepositadas
	220 " : tobas de lapilli, redep.
	320 " : tobas arcillosas
	320 " : tobas de grano medio
	70 " : tobas de grano medio
	135 " : tobas de grano medio
	>180 " : tobas de lapilli

TABLA 3.—Los perfiles en la vecindad de la veta de lignito I para demostrar el cambio de la facies.

lignito I. Las vetas de lignito y su modo de presentación se ventilará más adelante (parte C).

En todas las exposiciones observadas se presentó uniformemente un "horizonte de suelo" arcilloso en el lecho de las vetas de lignito, y sumamente típica es la intercalación de estas vetas en medio de series sedimentarias. Admito, sin embargo, que en algunas pocas exposiciones he observado que el techo inmediato del lignito son tobas de pómez macizas, no estratificadas.

La *serie superior de tobas de pómez*, ahora por describir, consiste de una sucesión de tobas o cenizas de pómez, de grano medio hasta grueso o de lapilli. Algunos 40 mts encima de la serie lignitífera se reconocen depósitos espesos de toba de lapilli no estratificadas que forman una grada morfológica fácilmente trazable en el terreno. No se observaron capas sedimentarias en esta serie superior.

Los hasta aquí mencionados estratos son sobrepuestos por gravas fluviales u horizontales de suelos recientes. En los últimos, se distinguen bien los suelos de color gris claro encima de las cenizas daci-

licas y los *suelos rojos* que se desarrollaron en las lavas basálticas y andesíticas. El espesor de los últimos sobrepasa 5 mts; la formación y el desarrollo de estos suelos rojos debe haber empezado, a lo menos parcialmente, antes del depósito de la serie inferior de tobas de pómez, porque en algunas partes de constató claramente una superposición primaria de estas tobas encima de los suelos rojos. Sin embargo, en la mayor parte de los casos, es muy difícil de comprobar este hecho, porque el deslave de los suelos rojos (topográficamente elevados) que se mezcla al pie de las pendientes con las tobas en cuestión, lo dificulta.

Las *terrazas fluviales de grava* se encuentran primordialmente en los cauces de los ríos, por lo general como 1 m encima del actual lecho, en algunos lugares he observado hasta 2 mts. En un solo punto he encontrado estos sedimentos fluviales en la meseta que colinda con el cauce del río, como 12 mts encima de su actual nivel. Los cantos rodados que componen estos depósitos se originan casi exclusivamente de las tobas aglomeráticas andesíticas, expuestas generalmente en los cauces superiores de los mismos ríos.

## 6. Las condiciones tectónicas del área.

Como hemos expuesto, la depresión lignitífera de Los Frailes se encuentra encerrada por tres lados por macizos de rocas volcánicas antiguas. Tanto los estratos de la serie lignitífera, como aquellos de la serie inferior de tobas de pómez, incluyendo las vetas de lignito, y aquellos de la serie superior de tobas corren por lo general en dirección  $10^{\circ}$ - $30^{\circ}$  (NNE-SSW). Un cambio de dirección se nota frecuentemente en cercanía de dislocaciones y en las márgenes de la depresión. Tal dirección curvada de los estratos en las márgenes del área se nota especialmente en el límite norte del depósito de lignito y en la margen sur del pequeño macizo en medio de la depresión, lo que no hace probable la presencia de una falla secundaria que limita el área hacia el norte. Un cambio anormalmente fuerte en la dirección de los estratos, debido a la dislocación por una falla he observado en el Río Los Frailes, al norte de la carretera Ilobasco-Tejutepeque.

El buzamiento de los estratos, con una sola excepción, es dirigido hacia el occidente. El ángulo de inclinación varía entre  $10^{\circ}$  y  $30^{\circ}$ .

El caso excepcional de un buzamiento oriental, aún de poca inclinación, se encuentra en un lugar fuertemente fallado. La serie superior de las tobas de pómez se inclina frecuentemente con  $5^{\circ}$  menos que las capas de su lecho hacia el oeste, lo que se debe a la disconformidad señalada y no indica que el buzamiento de los estratos lignitíferos es menor en las profundidades (como lo supuso DE KÖNINCK 1945).

Una dirección diferente demuestran los estratos de la serie inferior de las tobas de pómez, al oriente del pequeño macizo central. Aquí ellos corren relativa y uniformemente en dirección  $120^{\circ}$ - $140^{\circ}$  (WNW-ESE), manteniendo esta dirección hasta inmediatamente antes de encontrarse con las tobas dacíticas falladas, siguiendo de aquí en dirección N-S. En el curso del Río Grande del Colco, arriba de la desembocadura del Río Los Frailes, se observa que la dirección de los estratos de esta serie inferior de tobas difiere de aquella de la serie lignitífera (en exposiciones vecinas), lo que revela una disconformidad entre estas dos series.

El buzamiento de las tobas de pómez inferiores es de  $5^{\circ}$ - $30^{\circ}$  hacia el SW, alcanzando valores de  $50^{\circ}$  al oriente del pequeño macizo central, lo que se explica como efecto de las dislocaciones.

La dirección de las tobas de pómez aglomeráticas en el cauce del Río Los Frailes es de  $150^{\circ}$ - $160^{\circ}$  (NNW-SSE), su buzamiento entre  $10^{\circ}$  y  $30^{\circ}$  hacia el occidente. A lo largo de la quebrada que, en la carretera Ilobasco-Tejutepeque, desemboca en el Río Los Frailes, se nota la superposición de la serie inferior de las tobas de pómez en el techo de las tobas aglomeráticas, manifestándose allí claramente la disconformidad entre las dos series (dirección de las tobas aquí es N-S). Este resultado inequívoco no pudo ser comprobado en toda la zona estudiada, simplemente por falta de exposiciones satisfactorias.

Repito: todos los estratos de la zona se inclinan hacia el oeste.

Contemplando el paisaje de las alturas del macizo del norte, viendo hacia el sur (foto 3), se reconocen claramente dos escalones de terreno, correspondientes al macizo central respectivamente al macizo de Oratorio en el SW. Estos macizos, al igual que los demás estratos, se inclinan suavemente hacia el oeste, mientras que su pendiente oriental es más pronunciada.

En el macizo central afloran lavas en su superficie, las rocas del macizo de Oratorio, al W del Río Grande del Colco, son las tobas aglomeráticas. Parece justificado suponer que las pendientes pronunciadas orientales de estos macizos, se deben a la presencia de fallas que los limitan hacia el este, lo que se comprueba porque allí se unen los estratos de las series superiores con los macizos, y además, por las condiciones anormales de dirección y buzamiento a lo largo de estas fallas.

La falla que limita el macizo central hacia el este se puede trazar y perseguir, sin lugar a dudas, a través de toda el área levantada; la otra falla, que limita el macizo al oeste del Río Grande del Colco, no fué perseguida en las rocas antiguas marginales.

La separación vertical reconstruida de la falla, referida a las superficies de las tobas aglomeráticas, es de unos 150 hasta

250 mts hacia el este (para la falla al pie oriente del macizo central), La dirección de esta falla es  $170^{\circ}$ , es decir, casi N-S.

Más o menos en ángulo recto a esta falla, se observaron en las exposiciones estudiadas algunas fallas menos importantes en rumbo  $60^{\circ}$  cuyo efecto dislocativo no se pudo determinar. Estas, junto con las fallas de rumbo  $170^{\circ}$  se comprenden como el sistema de fallas más antiguo.

Las fallas observadas en las tobas dacíticas de pómez (foto 4), corren generalmente con rumbo  $20^{\circ}$  (NNE-SSW), ya sea en dirección paralela a aquella de la mayor parte de las tobas jóvenes. Estas fallas pueden perseguirse por mayores distancias, reconociéndose o en la morfología del terreno o en los cortes expuestos. Ellas han formado una estrecha zona escalonada de hundimiento (graben) que intersecta las fallas principales de mayor edad al norte del macizo central. Otra dirección de fallas, de importancia inferior, corriendo con rumbo  $140^{\circ}$ - $150^{\circ}$ , se comprende como suplemento a las fallas de  $20^{\circ}$ , formando las dos el sistema de fallas más joven. La separación vertical a lo largo de estas fallas varía mucho, por lo que se ruega al lector extraerlos del mapa de perfiles (fig. 2).

Estas fallas son de vital importancia para la apreciación del yacimiento, porque las vetas de lignito terminan sin continuación en las fallas más antiguas, mientras que su continuidad es únicamente interrumpida por las fallas más jóvenes.

El área del Río Los Frailes, basado en su formación tectónica, más bien se califica como una estrecha zona escalonada de hundimiento, es decir, un graben donde los estratos se inclinan de manera antitética con respecto a las fallas principales, y no como una simple depresión.

### 7. Historia geológica del área.

A base de los resultados estratigráficos y tectónicos puede reconstruirse la historia y evolución geológica del área como sigue:

Las rocas de la serie de tobas aglomeráticas fueron arrojadas y depositadas probablemente a fines del Pliocénico (Terciario superior). En la parte más joven de estas tobas características se encuentran

intercaladas lavas basálticas, encontrándose en el techo de esta serie capas aisladas de pómez, cuya presencia se interpreta como el comienzo de una producción de productos piroclásticos dacíticos.

En lo sucesivo hubo un período de calma volcánica relativamente largo, durante el cual se verificó una profunda disecación erosiva del terreno. Así se removió la cubierta de pómez de algunas lavas en cuya superficie se desarrolló una intensiva descomposición a formar los suelos rojos. Al mismo tiempo se verificaron los asentamientos tectónicos a lo largo del sistema de fallas más antiguo (rumbos  $170^{\circ}$  y  $60^{\circ}$ ), originándose así la zona de hundimiento al oeste del macizo de Ilobasco, cuya formación fomentaba la erosión. La superficie que demostraba el terreno cuando comenzó la producción de las tobas inferiores, estaba caracterizada por capas de cantos rodados y los deslaves de tierra de las colinas vecinas. En consecuencia, la serie inferior de tobas de pómez fué depositada encima de una disconformidad producida tanto por procesos tectónicos como por efectos erosivos. Esta serie inferior de tobas ha preservado un considerable espesor en el graben inmediatamente al occidente del macizo de Ilobasco.

Durante este tiempo hasta después de la sedimentación de estas tobas se efectuó una actividad tectónica en el sistema de fallas antiguo, siendo de mayor interés para la formación de los lignitos la formación de los escalones que limitan el área en el oeste. Debido a la inclinación antitética de los macizos se originaron depresiones, y en ellas lagunetas, inmediatamente al oeste de los macizos. En estas lagunetas se depositaron entonces los estratos de la serie lignitifera. La mayor parte de los sedimentos mismos son esencialmente arenas de pómez que fueron removidas de las colinas adyacentes. Esta sedimentación lacustre tranquila fue interrumpida, de vez en cuando, por erupciones de cenizas dacíticas y su siguiente sedimentación en las lagunas.

Probablemente existían dos lagos, cada uno frente a las fallas principales, es decir, a ambos lados del macizo central. Su ritmo de sedimentación debe haber sido casi idéntico. En consecuencia hablamos de



una "laguneta de Los Frailes" (en el área de dicho río en el Cantón Sitio Viejo) y de una "laguneta del Colco" (al oeste del Río Grande del Colco, en el Cantón Oratorio).

Los estratos de la serie lignífera se depositaron también con una disconformidad tanto erosiva como tectónica encima de la serie inferior de tobas de pómez.

Las capas de la serie superior de tobas se preservaron únicamente en las partes más profundas de estas lagunetas, es decir, frente a los escalones de terreno de las macizas. Su depósito en el techo de la serie lignífera se efectuó en posición concordante.

Posteriormente, toda la serie de tobas de pómez fué inclinada más hacia el oeste por la continuación de los procesos tectónicos, y a la vez atacada por la erosión. Fué hasta entonces que se desarrolló el sistema de fallas más jóvenes, es decir, las fallas con rumbo  $20^{\circ}$  y  $140^{\circ}$ , por lo que se produjo un despedazamiento de toda esta serie sedimentaria, y la estrecha zona de hundimiento de la cual hemos hablado antes. En ella corren actualmente los ríos: Los Frailes, Río Grande del Colco, y algunas quebradas tributarias.

## LOS "LIGNITOS"

### 8. Descripción de las vetas de "lignito":

#### A. Veta de "lignito" III. (foto 5).

La veta inferior de lignito del área de Los Frailes, denominada con el No. III, está caracterizada por su color café oscuro hasta negruzco que, hacia su lecho, se transforma en un gris oscuro, debido a la presencia de mayores proporciones de arcilla. El espesor de aquella substancia de la veta que merece el nombre de lignito es de 50-80 cms. Cortes, donde esta veta está expuesta, se encuentran:

- a) en el lecho del Río Los Frailes, 200 mts río arriba de la carretera Ilobasco-Tejutepeque, espesor 40 cms.
- b) ídem, 80 mts río arriba de la misma carretera, espesor 50 cms.
- c) ídem, 50 mts río abajo de la misma carretera, espesor 60 cms.

d) en el lecho del Río Grande del Colco, 250 mts al este de su unión con el Río Los Frailes, aquí, el lignito es fuertemente arcilloso.

e) en el lecho de la quebrada I, 50 mts al sur de la carretera Ilobasco-Tejutepeque, un lugar antes explotado.

f) en un barranco al oeste de la quebrada I, 200 mts al sur de la misma carretera, un lugar anteriormente explotado.

g) ídem, 250 mts al sur de la misma carretera, un lugar anteriormente explotado.

h) ídem, 350 mts al sur de la misma carretera, la veta de arcilla lignífera.

i) ídem, 500 mts al sur de la misma carretera, la veta es arcilla lignífera.

j) en un barranco al oeste del Río Grande del Colco, 400 mts al sur del camino Ilobasco-Cantón Oratorio, la veta es arcilla lignífera.

k) ídem, 200 mts al sur del mismo camino a Oratorio, la veta es arcilla lignífera.

Esta veta por lo general, es mal expuesta; en parte se reconoce únicamente en aquellos lugares que fueron objeto de explotación anterior. Es la veta mejor respecto a su calidad, por lo que ha sido objeto de explotación. Como se ve de la lista arriba descrita, se presenta en calidad aceptable únicamente en cercanías de la carretera Ilobasco-Tejutepeque, mientras que, hacia el sur, tiene más bien carácter de arcilla.

#### B. Veta de "lignito" II.

Esta veta se encuentra estratigráficamente entre 1 y 5 mts arriba de la veta III, separada de ella por capas de tobas redepositadas y tierras de diatomeas. El lignito es de color café claro hasta oscuro, tiene en parte carácter de turba y contiene relativamente muchas materias arenosas como capitas de cenizas y otros sedimentos. Fuera de algunos ensayos superficiales, esta veta no ha sido objeto de explotación. El espesor de la veta es de 50-100 cms, el cambio de su facies es fuerte (es decir, es poco uniforme respecto a su calidad y presentación). En la parte sur del área lleva un horizonte de descomposición en su superficie. Exposiciones de esta veta son las siguientes:

- a) en el lecho del Río Los Frailes, 250 mts río arriba de la carretera Ilobasco-Tejutepeque, espesor 20 cms.
- b) ídem, 100 mts río arriba de la misma carretera, espesor 100 cms.
- c) ídem, 50 mts río arriba de la misma carretera, espesor hasta 200 cms.
- d) ídem, 50 mts río arriba de la misma carretera, espesor 80-100 cms.
- e) en un barranco al oeste de la quebrada I, (véase mapa), 50 mts barranco abajo de la misma carretera.
- f) ídem, 250 mts barranco abajo de la misma carretera.
- g) ídem, 350 mts barranco abajo de la misma carretera.
- h) ídem, 500 mts barranco abajo de la misma carretera, espesor 55 cms.
- i) en el lecho del Río Grande del Colco, 250 mts arriba del camino Ilobasco-Oratorio.

### C. Veta de "lignito" I.

Estratigráficamente, esta veta se encuentra entre 20 y 25 mts arriba de la veta II, de ella existen únicamente dos exposiciones buenas. Se trata de un "lignito" de color café rojizo cargado con muchas impurezas, de espesor entre 30 y 50 cms. Las dos exposiciones se encuentran:

- a) en el lecho del Río Los Frailes, 450 hasta 500 mts río abajo de la carretera

Ilobasco-Tejutepeque, donde la veta ha sido objeto de anterior explotación.

b) en el camino de Ilobasco al Cantón Oratorio, al oeste del Río Grande del Colco.

Es característico que, en el Valle del Río Los Frailes, se encuentran pedacitos aislados de lignito y lentes de lignito intercalados en los estratos que forman el techo de la veta. Estos pedacitos de lentes de lignito no se formaron en este lugar, sino fueron acarreados por aguas que erosionaron en aquel tiempo las vetas más antiguas (III y II) que en otras partes afloraban en la superficie.

### D. Otras vetas lignitíferas.

Otra veta lignitífera impura fué encontrada en tres lugares diferentes al sur del área levantada, es decir, al sur y suroeste de Ilobasco. Probablemente se trata de una de las vetas descritas, su identificación con una de ellas falta todavía.

### 9. Calidad de los "lignitos".

El Padre DANIEL BASAURI publica en su libro (1945) un número de resultados de análisis de los lignitos. Aquellos de estos análisis que sin lugar a duda se originan del área de Los Frailes, se mencionan aquí nuevamente. Los análisis fueron efectuados por R. Lima y Cía. por el Laboratorio de Hornos (Paris).

	S/bruto	S/seco
a) humedad	0.85 %	— —
cenizas	70.75 "	71.35 %
compuestos volátiles	12.46 "	12.56 "
carbón fijo	16.94 "	16.09 "
valor combustible	2264. Cal	2304. Cal
b) humedad	14.39 %	— —
cenizas	9.44 %	10.88 %
compuestos volátiles	35.33 "	40.79 "
carbón fijo	41.84 "	48.32 "
c) humedad	32.50 %	
cenizas	65.00 "	
compuestos volátiles	0.88 "	
carbón fijo	1.63 "	
azufre	0.50 "	
d) humedad	24.44 %	
cenizas	65.25 "	
compuestos volátiles	6.59 "	
carbón fijo	3.71 "	

Como no se conocen los lugares de procedencia para estas muestras analizadas, he tomado una serie de muestras de lignito y analizado en el Instituto Tropical de

Investigaciones Científicas en San Salvador. Las determinaciones del contenido de cenizas de la primera serie, sin embargo, dieron los siguientes resultados:

Veta III,	procedencia	lugar	b) 76.8 %	cenizas
	"	"	c) 51.3 "	"
	"	"	c) 69.1 "	"
	"	"	c) 82.25 "	"
	"	"	h) 81.6 "	"
	"	"	i) 86.2 "	"
Veta II,	procedencia	lugar	a) 41.4 %	cenizas
	"	"	b) 52.3 "	"
	"	"	b) 81.45 "	"
	"	"	c) 83.4 "	"
	"	"	d) 69.1 "	"
	"	"	i) 87.0 "	"
Veta I,	procedencia	lugar	a) 51.3 %	cenizas
	"	"	b) 85.6 "	"

Estos resultados demuestran que la calidad del lignito es pésima. Es de importancia para el dictamen final que las vetas de lignito, hacia su parte inferior, se presentan más bien en forma de arcillas ligníferas y que, a la vez, el carácter de las vetas se presenta arcilloso en la parte sur del área.

#### 10. Dictamen sobre el valor económico.

Debido a su ubicación favorable con respecto a la presencia de caminos traficables, el área de los lignitos de Los Frailes ha sido visitado frecuentemente y citado en la literatura. DE KÖNINCK (1945) lo denomina como el único depósito de valor económico de El Salvador.

En razón del presente levantamiento detallado y de los resultados de los análisis efectuados podemos constatar lo siguiente:

a) Se trata probablemente de dos depresiones estrechas en las cuales se formaron los lignitos. Sin tomar en cuenta la calidad de los lignitos debemos notar que su cantidad total es demasiado pequeña para que una explotación minera valga la pena.

b) El fuerte despedazamiento de las vetas de lignito por las fallas que las dislocaron dificultaría seriamente una explotación.

c) La calidad de los lignitos es muy mala. Del espesor de las vetas (entre 50 y 100 cms) se presentan por lo general únicamente unos 10-30 cms en calidad superior; y estas partes satisfactorias, lamentablemente, se encuentran en áreas muy reducidas, p.ej. en cercanías de la carretera Ilobasco-Tejutepeque.

d) Los investigadores anteriores suponen repetidamente que las vetas de lignito se extienden hacia mayores profundidades. Aún si esto fuera cierto, no representaría ventaja económica alguna, porque hay que suponer que el carácter de las vetas se convierte más bien arcilloso en la prolongación de su buzamiento hacia el oeste.

e) Es de suponer que la depresión lignífera al oeste de Ilobasco no representa al único depósito importante de lignitos en la República. Lo que pasa es que los demás depósitos todavía no se han localizado, ni siquiera estudiado, debido a las pobres condiciones de tráfico existentes.

## Literatura

- BASAURI, P. DANIEL: Contribución a la Mineralogía y Geología de El Salvador.— San Salvador 1945.
- FLEURY, LUIS: Estudios sobre Mineralogía, Metalurgia y Geología económica de El Salvador.— Proc. 2nd. Panamá Sci. Congr.: 426-447, 1915.
- GUZMAN, DANIEL D. J.: Apuntamientos sobre la topografía física de la República de El Salvador.— 525 p., San Salvador 1883.
- DE KÖNINCK, MARCELO: Informe sobre los depósitos de lignitos de El Salvador.— Copia del manuscrito, San Salvador 23. VII. 1945.
- LARDE, JORGE: Geología general de Centroamérica y especial de El Salvador.— San Salvador (Imprenta Nacional) 1924.
- LARDE Y LARIN, JORGE: Geología Salvadoreña.— 164 p., San Salvador 1952.
- MEYER-ABICH, HELMUT: Terremoto de Jucupa en El Salvador (América Central), 6-7 de mayo de 1951.— Comun. Inst. Trop. Invest. Cient. 1 (2): 1-24, 3 mapas, 26 fotos, San Salvador 1952.
- — —: Los ausoles de El Salvador, con un sumario geológico-tectónico de la zona volcánica occidental.— Comun. Inst. Trop. Invest. Cient. 2 (3/4): 55-102, 8 fig., 3 tablas, 2 mapas, 17 fotos, San Salvador 1953.
- SQUIER, E. G.: Apuntamientos sobre Centro América y en particular sobre Honduras y El Salvador.— Paris 1856.
- STIRTON, R. A. & GEALEY, W. K.: Reconnaissance geology and vertebrate paleontology of El Salvador, Central America.— Bull. Geol. Soc. Amer. 60: 1731-1754, 1949.
- TROMP, S. W.: Development of geological resources in El Salvador.— 100 p., 1 tabla, New York (United Nations) 1952.
- WILLIAMS, HOWEL & MEYER-ABICH, H.: El origen del Lago de Ilopango.— Comun. Inst. Trop. Invest. Cient. 2 (1): 1-8, 1 fig., 1 mapa, San Salvador 1953.

Además tuve a mi disposición los datos del archivo de la Sección de Minería de la Dirección General de Comercio, Industria y Minería, Ministerio de Economía de El Salvador.

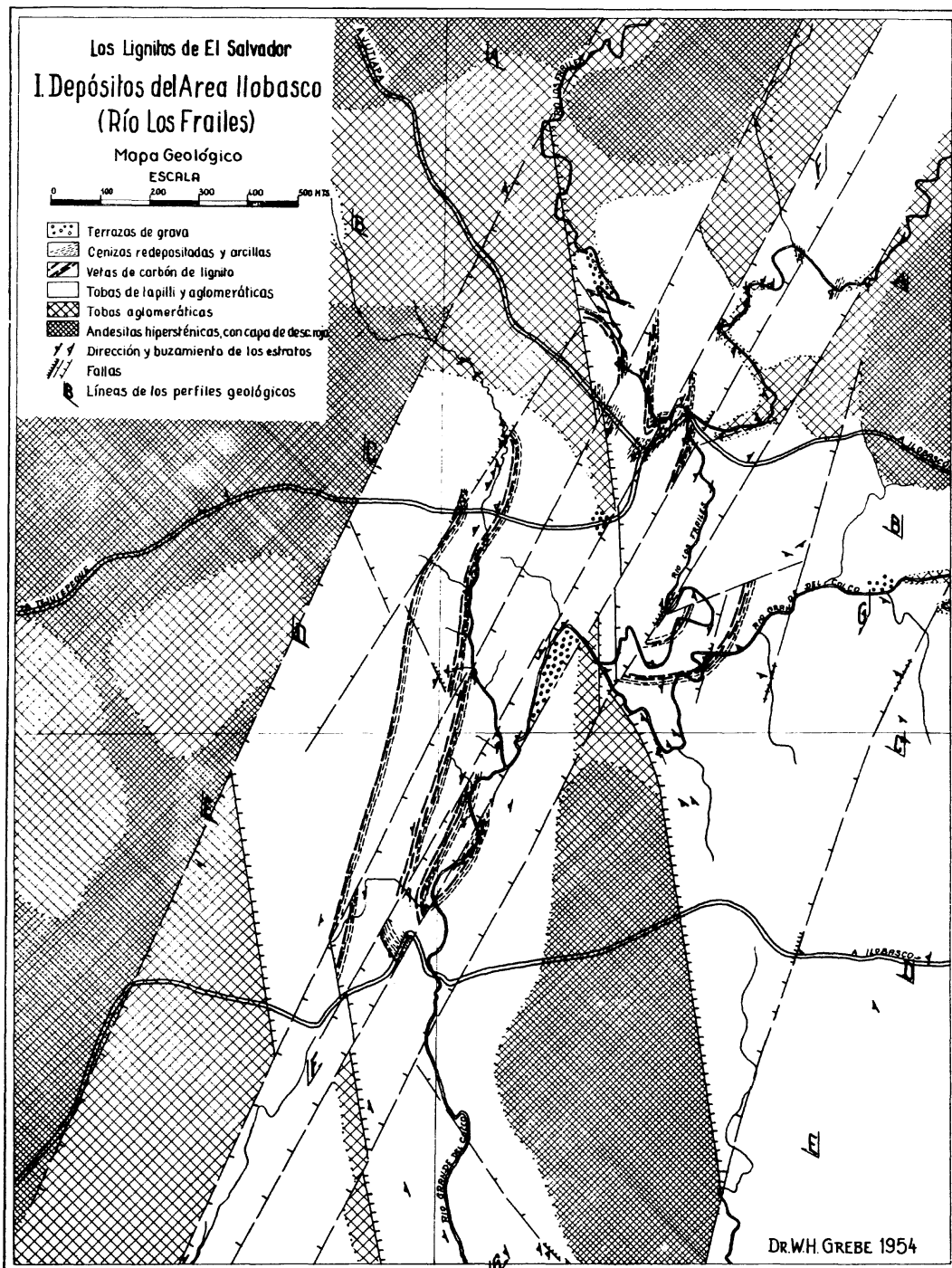


Figura 1.-

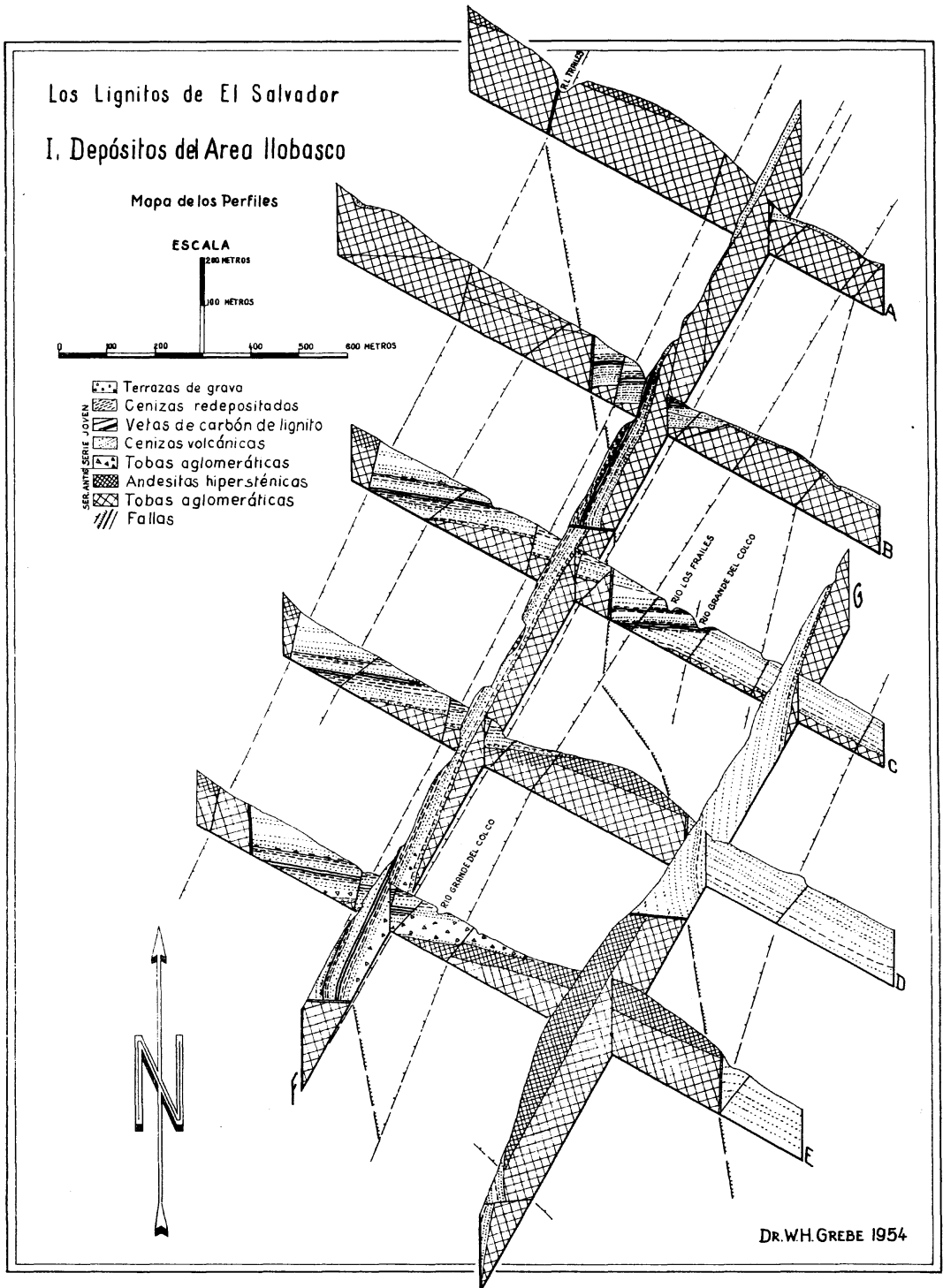


Figura 2.-



Foto 1. Paisaje alrededor del curso superior del Río Los Frailes: el macizo del norte.



Foto 2. Tobas aglomeráticas al oeste del valle del Río Los Frailes.



Foto 3. Vista del norte hacia la cuenca del Río Los Frailes.





Foto 4. Zona de dislocación en la carretera de Hobasco-Tejetepeque en la serie lignitífera.



Foto 5. Veta de lignito III en el curso superior del Río Los Frailes (expuesta en el lecho del río).