

The logo for OLADE, featuring the word "olade" in a bold, lowercase, blue sans-serif font.

Organización Latinoamericana de Energía  
Latin American Energy Organization  
Organisation Latino-américaine d'Énergie  
Organização Latino-Americana de Energia



## Contactos

 Av. Mariscal Antonio José de Sucre  
N58-63 y Fernandez Salvador  
Casilla: 17-11-6413CCNU  
Quito - Ecuador

 Tel. (+593 2) 2598-122 / 2598-280  
2597-995 / 2599-489

 [comunicacion@olade.org](mailto:comunicacion@olade.org)

 [www.olade.org](http://www.olade.org)

 [@oladeorg](https://twitter.com/oladeorg)

 [//oladeorg](https://www.facebook.com/oladeorg)



CARACTERIZACION DE CARBONES DEL AREA

LOJA - MALACATOS - ECUADOR

HUGO CONN  
CONSULTOR  
OLADE

Agosto de 1987

## CARACTERIZACION DE CARBONES DEL AREA

### LOJA - MALACATOS - ECUADOR

#### INTRODUCCION

Durante los días 27 de Junio al 13 de Julio de 1987 se realizó el trabajo de campo consistente en la descripción y obtención de muestras de siete mantos de carbón expuestos en las áreas de Loja y Malacatos.

Se colectaron 11 muestras en canal, de peso entre 5 y 8 Kgs. cada una las que, luego de ser cuidadosamente selladas, se enviaron a Santiago de Chile para ser analizadas en los laboratorios de INTEC-CHILE. En este informe se entregan los resultados obtenidos de estos análisis y sus conclusiones en relación a la caracterización de los carbones del área Loja - Malacatos.

#### ANTECEDENTES GENERALES

Se hace una breve reseña de las etapas que deberían realizarse en el área de LOJA - MALACATOS con el objeto de ubicar este informe dentro de un programa integrado de investigaciones sobre el potencial carbonífero existente y su eventual utilización.

Los objetivos de una exploración carbonífera se orientan hacia el mayor grado de conocimiento de un yacimiento de carbón en cuanto a:

- Posibilidades de explotación desde el punto de vista geológico-minero.
- Cubicación de reservas.
- Estimación de la calidad del carbón en función de sus posibles usos.

Las etapas para cumplir con estos objetivos son llevados a cabo según una secuencia de actividades consistentes en varias etapas de evaluación de las prospecciones. De modo de obtener las máximas ventajas de la tecnología de exploración disponible, los programas de exploración deben ser planificados y ejecutados en una serie de etapas coordinadas, cada una de las cuales debe estar sustentada en los resultados acumulados de los trabajos previos.

En líneas generales, las diferentes etapas pueden consistir en lo siguiente:

1. Etapa pre-exploratoria:

Una vez establecida la presencia de carbón en una determinada área o bien, inferido en forma razonable su presencia, se lleva a cabo una fase de investigación preliminar para evaluar la información disponible y determinar la factibilidad de continuar con las fases posteriores de exploración. El objetivo de esta etapa consiste en obtener información confiable en cuanto a número, profundidad, calidad y potencial comercial de los mantos de carbón existentes.

2. Etapa de Exploración A: Acercamiento Regional

El objetivo de esta etapa consiste en determinar la correlación y continuidad lateral de los mantos de carbón y del estrato, los posibles métodos de explotación y potencial utilización del carbón para distintos usos finales.

### 3. Etapa de Exploración B: Evaluación Comercial

En las etapas previas los mantos han sido correlacionados y la estructura geológica ha sido también delineada. La información obtenida en cuanto a la calidad y cantidad de las reservas de carbón, como también la posible explotación minera y métodos de preparación han sido, sin embargo, sólo indicativas. En esta etapa, la información debe llevarse a niveles de confiabilidad mayores para asentar las bases de costos y métodos de explotación del carbón y sus posibles mercados en función de la calidad de los productos comerciables. El objetivo de esta etapa es consolidar en forma confiable el potencial de reservas, calidad del carbón, condiciones de explotación y (para posible explotación a tajo abierto), la cantidad de material de sobrecarga a ser removido.

### 4. Etapa de Exploración C: Planificación de una Mina

Esta consiste en la etapa de diseño. El objetivo durante esta etapa consiste en canalizar toda la información adicional, y confirmar la información existente requerida para la apertura de una mina, diseño de una planta de preparación y especificaciones del mercado en cuanto a calidad de los productos.

### 5. Etapa de Exploración D: Muestras industriales y/o Minería Piloto

Durante la fase final de exploración (o inmediatamente previo a la fase de explotación mineral), es necesario obtener grandes cantidades de carbón donde se puede obtener valiosa información. El objetivo de esta etapa es obtener una muestra representativa de carbón de grandes volúmenes para llevar a cabo una evaluación y ensayos a gran escala.

### AREAS LOJA Y MALACATOS

En el contexto de los objetivos mencionados para una explotación de carbón se puede indicar que las áreas Loja y Malacatos se encuentran en una Etapa de Exploración A. Para este efecto se han llevado a cabo las siguientes tareas:

- a) Recopilación de información sobre la existencia de manifestaciones carboníferas en el área.
- b) Ubicación de las manifestaciones existentes en el terreno.
- c) Reconocimiento geológico preliminar, de cada área, a fin de seleccionar aquellas que ofrezcan a primera vista las mejores perspectivas.
- d) Muestreo de los afloramientos de carbones para realizar los análisis más importantes para su caracterización.
- e) Procesamiento y evaluación de la información geológica y analítica.

Si la información anterior es positiva, se procederá con las etapas siguientes realizando los trabajos de acuerdo a las características y dimensiones de los yacimientos y enfocado hacia los potenciales mercados ya sean locales o externos.

### ANTECEDENTES GEOLOGICOS REGIONALES

Las manifestaciones de Loja y Malacatos están situadas a aproximadamente 30 Km una de otra, al sur de Ecuador, siendo la de Malacatos la más meridional de todas las manifestaciones de carbón conocidas en territorio ecuatoriano. La de Malacatos está a una altitud aproximada de 1.480 metros mientras que la de Loja se encuentra a 2.100 m sobre el nivel del

mar. Mapas geológicos realizados en la región, en escala 1:100.000 (Hoja Gonzanamá), permitieron correlacionar las formaciones existentes en estas dos pequeñas cuencas separadas entre sí por rocas más antiguas (paleozoicas). Se observó que las secuencias sedimentarias depositadas en ambas son similares, y que la formación que encaja las capas de carbón es la Formación San Cayetano, que tiene un espesor entre 500 m (en las proximidades de Loja) y 700 m (en Malacatos).

#### MUESTREO

El muestreo de carbón se realizó en las áreas de Malacatos y Loja donde afloran mantos de carbón de espesores y distribución espacial variable.

A.- En el área de Malacatos se muestrearon las Quebradas Santo Domingo y La Cobalera.

En la Quebrada Santo Domingo se identificaron tres mantos de carbón principales, de los cuales el que está ubicado más alto en la secuencia estratigráfica está siendo explotado de manera artesanal. Esta minería incipiente permitió extraer muestras en canal desde el frente de la galería de explotación de 32 mts. de corrida donde el manto de carbón se presenta más representativo (humedad natural y mínima oxidación) para proporcionar resultados más significativos (muestras MLSD-1 y MLSD-1A).

Para poder caracterizar los cambios producidos por oxidación en el carbón, se colectó en el mismo manto una muestra en canal de su superficie expuesta (muestra MLSD-1B) que es donde éste se presenta más quebradizo y con un alto grado de oxidación.

Siguiendo el fondo de la Quebrada Santo Domingo en dirección oeste se encuentran los afloramientos de los otros dos mantos de carbón, a 90 y 330 mts. respectivamente desde la galería de explotación antes mencionada. En estos mantos las muestras fueron extraídas en canal y desde los afloramientos de superficie (muestras MLSD-2 y MLSD-3) por lo que representan un mayor grado de oxidación. En la Quebrada La Cobalera los mantos identificados sugieren una correlación significativa con aquellos mencionados para la Quebrada Santo Domingo. Sólo un mapeo geológico detallado permitirá establecer el alcance de esta correlación y sus relaciones geométricas.

En esta quebrada se obtuvieron muestras en canal de tres mantos de carbón que afloran en superficie (muestras MLLC-1, MLLC-2 y MLLC-3) habiendo sido tomada la muestra MLLC-1 en el manto de carbón de posición estratigráfica más alta.

Las muestras MLLC-2 y MLLC-3 fueron divididas en dos respectivamente con el objeto de eliminar intercalaciones de estéril de más de 0,50 mts. de espesor que pueden ser separadas en una eventual explotación de los mantos.

- B.- En el área de Loja se muestreó en canal un afloramiento de carbón ubicado en la ribera del Río Malacato (muestra LML-1) y cuya principal característica es su disposición espacial muy cercana a la horizontal. Esto podría permitir mejores condiciones técnicas y económicas de explotación en caso de una eventual minería. Al contrario de los mantos de carbón del área de Malacatos, este manto presenta en superficie aspecto de estar menos oxidado y de contener cantidades más bajas de azufre.

El cuadro resumen de los mantos de carbón muestreados en las áreas de Malacatos y Loja es el siguiente:

Quebrada Santo Domingo:

Manto	Rumbo	Manteo	Espesor	Muestra
SD-A	N18E	34E	2,00 mts.	MLSD-1 MLSD-1A MLSD-1B
SD-B	N38E	40E	1,30 mts.	MLSD-2
SD-C	N25E	30E	2,00 mts.	MLSD-3

Quebrada La Cobalera:

Manto	Rumbo	Manteo	Espesor	Muestra
LC-A	N15E	50E	1,50 mts.	MLLC-1
LC-B	N	45E	2,00 mts.	MLLC-2A MLLC-2B
LC-C	N38E	32E	1,70 mts.	MLLC-3A MLLC-3B

LOJA Río Malacato:

Manto	Rumbo	Manteo	Espesor	Muestra
L-A	N22E	5E	0,50 mts.	LML-1

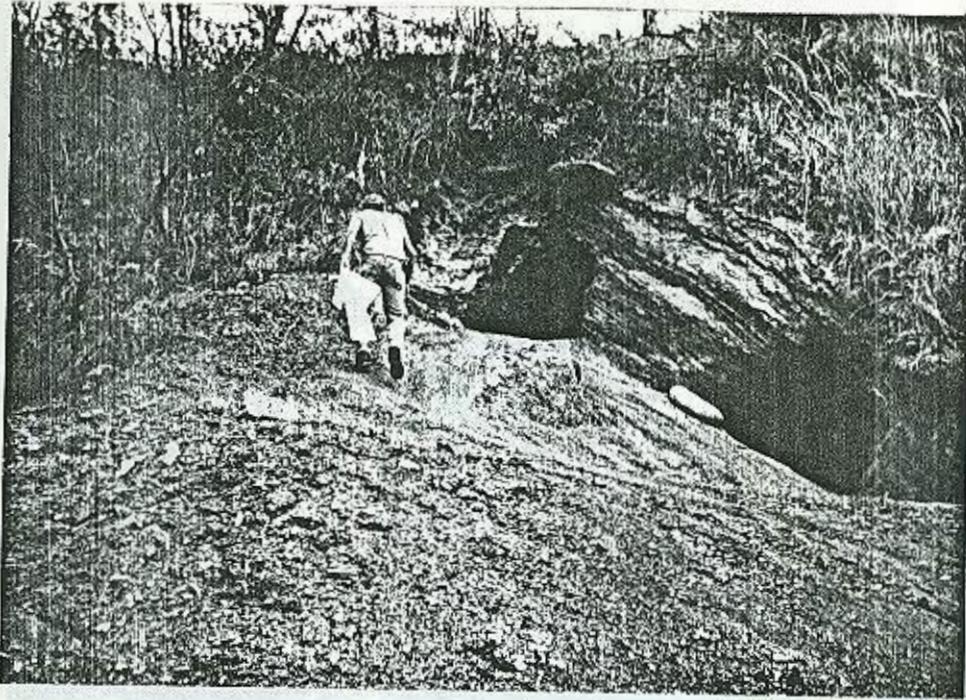


FOTO 1:  
MINERIA QUEBRADA  
SANTO DOMINGO  
(MLSD-1)

FOTO 2:  
AFLORAMIENTO DE CARBON  
MINA QUEBRADA SANTO  
DOMINGO  
(MLSD-1B)

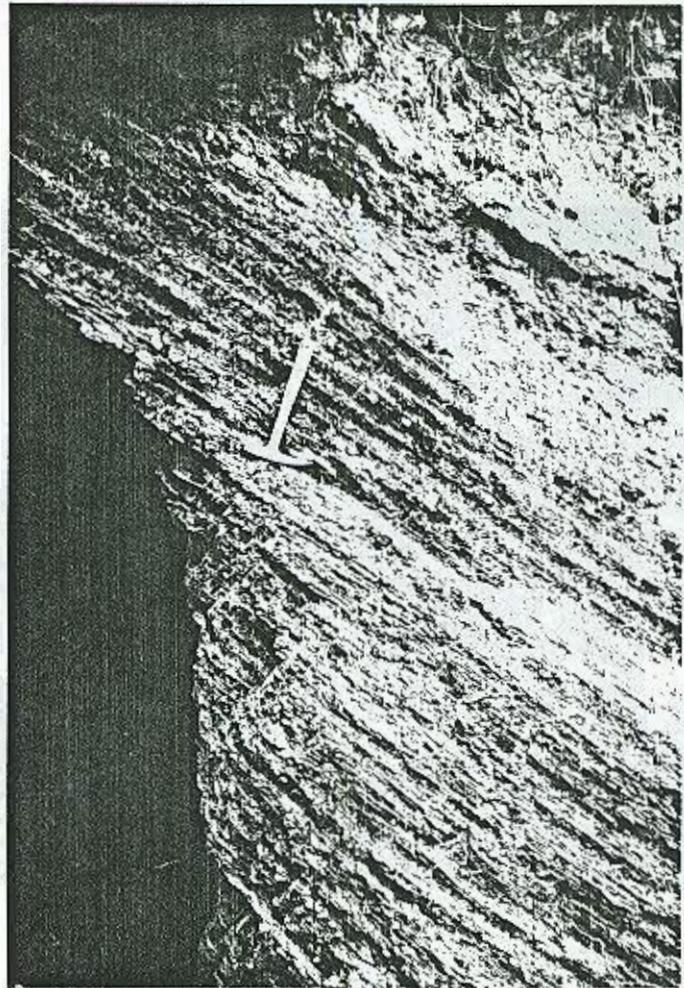




FOTO 3:  
MANTO DE CARBON EN  
GALERIA EXPLOTACION  
MINA QUEBRADA SANTO  
DOMINGO  
(MLSD-1; MLSD-1A)

FOTO 4:  
MUESTRA EN CANAL  
EN MANTO DE CARBON  
QUEBRADA SANTO DO-  
MINGO  
(MLSD-2)

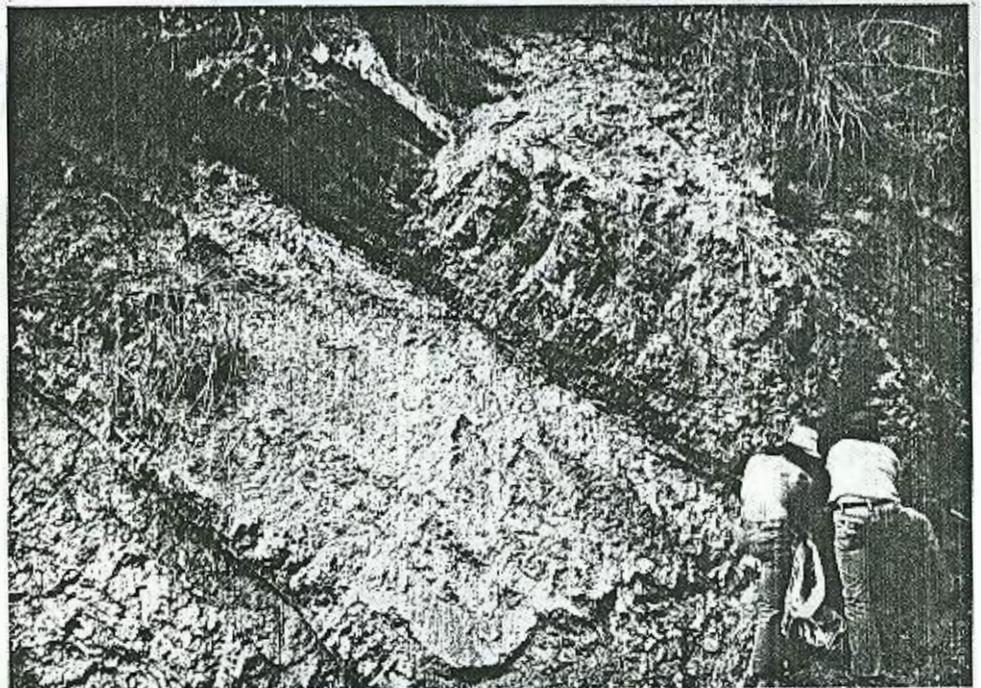


FOTO 4:  
MUESTRA EN CANAL  
EN MANTO DE CARBON  
QUEBRADA SANTO DO-  
MINGO  
(MLSD-2)



FOTO 5:  
MUESTRA EN CANAL EN  
MANTO DE CARBON  
QUEBRADADA LA COBA-  
LERA  
(MLLC-1)

FOTO 6:  
MUESTRA EN MANTO DE CARBON  
SUB-HORIZONTAL RIO MALACATOS-  
LOS GERANIOS  
(LML-1)



### SELLADO Y TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS

Debido a que las muestras de carbón serían analizadas en laboratorios chilenos era muy importante y esencial que ellas conservaran las características del carbón "in situ". Para este efecto fueron envasadas en bolsas plásticas triples y selladas para cortar cualquier contaminación atmosférica, las que fueron identificadas interior y exteriormente. De esta manera se aseguró un adecuado despacho al laboratorio de análisis con un mínimo de demora y alteración de las muestras.

### PREPARACION, ANALISIS Y ENSAYOS DE LABORATORIO SOBRE LAS MUESTRAS

Se ha elaborado un esquema de tratamiento de las muestras obtenidas pensando llevar a cabo los ensayos de carácter no-destructivo de modo de obtener aquella información inicial más valiosa sobre cada una de las muestras estudiadas. La extensión en el número de ensayos depende grandemente de la etapa del programa y del potencial de utilización del carbón.

Las muestras después de la operación de muestreo, contienen estériles los cuales interfieren en las propiedades del carbón a analizar. Es por esto que el tratamiento sugerido en el programa de caracterización debe contar con aquellos elementos esenciales para caracterizar el carbón, a saber:

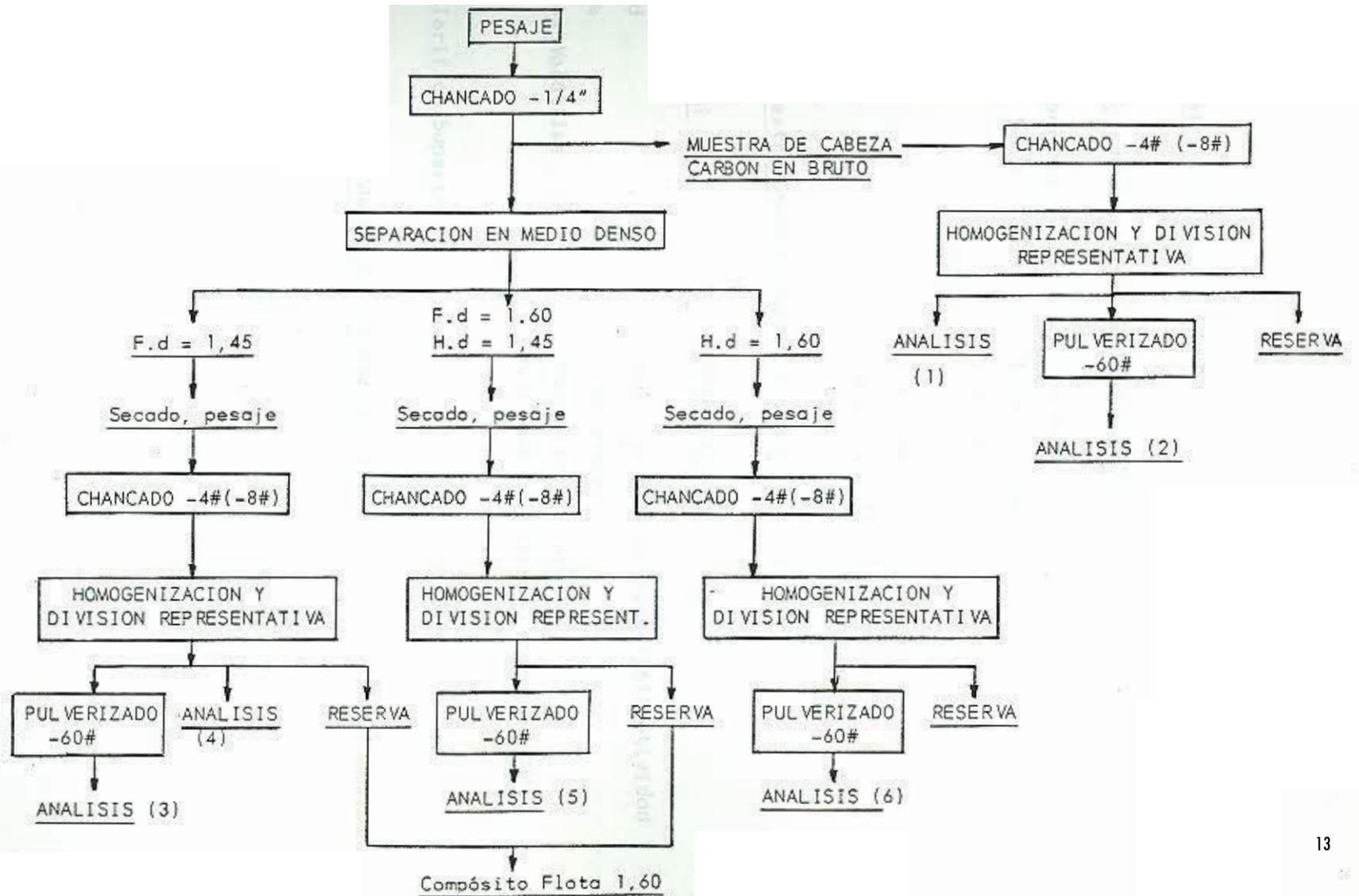
- 1) Pesaje y chancado preliminar bajo 1/4" previo a ensayo de separación en medios densos.
- 2) Muestreo y análisis del carbón en bruto.
- 3) Ensayo de separación en medios densos (a densidades relativas de 1,45 y 1,60) dando origen a fracciones que pueden denominarse:

- Carbón limpio (flota en densidad 1,45) o (flota en densidad 1,60).
  - Mixtos (hunde en densidad 1,45 y flota en densidad 1,60).
  - Estériles (hunde en densidad 1,60)
- 4) Subdivisión de muestras, retención de reservas de muestras individuales y de compósitos (para análisis posteriores) y
  - 5) Preparación y análisis de muestras.

En casos donde a veces se determina previamente de que el carbón será utilizado sólo como "carbón bruto", se podría decidir evitar el proceso de separación en líquidos densos. Sin embargo, e incluso en estos casos es más sabio llevar a cabo los ensayos de separación en líquidos densos puesto que las opciones posteriores de utilización de estos carbones pueden variar.

En la Figura N° 1 se muestra el esquema de preparación y análisis de muestras recomendado y utilizado para estudiar los diferentes carbones analizados.

FIGURA Nº 1. ESQUEMA DE PREPARACION Y ANALISIS DE MUESTRAS DE AFLORAMIENTOS Y MINAS



1. Análisis Muestra Carbón en BrutoANALISIS (1)

% Humedad Equilibrio 96-97%; 30°C  
Dureza Hardgrove (HGI)

ANALISIS (2)

% Humedad Superficial  
% Humedad Residual (105°C)  
% Humedad Total  
% Cenizas  
% Azufre  
Poder Calorífico Superior

2. Análisis Muestra Carbón Lavado (Flota d = 1.45)ANALISIS (3)

% Humedad  
% Cenizas  
% Materias Volátiles  
% Azufre  
FSI  
Poder Calorífico Superior

ANALISIS (4)

Análisis petrográfico (Reflectividad  
y macerales)  
Dureza Hardgrove (HGI)  
% Humedad Equilibrio (96-97%; 30°C)

3. Análisis Muestra de Mixtos (Hunde d = 1,60)ANALISIS (5)

% Humedad  
% Cenizas  
% Azufre  
Poder Calorífico

#### 4. Análisis Estériles (Hunde $d = 1,60$ )

##### ANALISIS (6)

% Humedad

% Cenizas

% Azufre

Es difícil apreciar la relevancia de los resultados de un análisis de carbón sin antes entender al menos los aspectos fundamentales de los procedimientos analíticos y las propiedades que posee un carbón que está siendo estudiado.

En consecuencia, a continuación se describe un breve resumen de los principales análisis y ensayos estandarizados que se llevaron a cabo sobre las muestras de carbón.

##### - Propiedades Químicas:

Análisis Inmediato: Este es el análisis de carbón expresado en términos del contenido de humedad, materias volátiles, cenizas y carbono fijo.

a) Humedad: El método contempla la medida del contenido total de humedad del carbón como existe en el lugar, en el tiempo y bajo las condiciones en que es muestreado. El método es aplicable a los carbones de todos los rangos dentro de las reconocidas limitaciones que imponen los efectos de oxidación y características de descomposición de los carbones de bajo rango. La humedad de equilibrio proporciona una estimación de la humedad inherente del carbón en el manto. Sin embargo, en carbones en superficie expuesta u oxidados

estos valores pueden verse alterados con respecto a la humedad inherente del carbón fresco.

b) Cenizas: Es el residuo de las sustancias minerales que quedan después que el carbón es quemado. La composición de las cenizas por lo general es una mezcla de varios óxidos y la ceniza impide la producción de energía calórica del carbón.

c) Materias Volátiles: Son los ingredientes activos que contribuyen con la producción de energía calórica. Consisten de gases expedidos por el carbón a cierta temperatura. Este parámetro puede utilizarse para establecer el rango de un carbón, indicar el rendimiento de coque en un proceso de carbonización, proporcionar una base de compra y venta de carbones al igual que para establecer características de combustión.

d) Carbono Fijo: Es el residuo sólido obtenido por la destilación destructiva del carbón. Este residuo se quema a alta temperatura después de extraídos las materias volátiles, produciendo energía calórica.

e) Poder Calorífico: Es el calor generado por la combustión completa del carbón en atmósfera de oxígeno y que depende de la composición y rango del carbón.

f) Azufre: Ocurre en los carbones en dos formas: Orgánica, uniformemente distribuída en la sustancia carbonácea y su procedencia se debe a las plantas que originan las turbas formando compuestos sulfurados en el proceso de carbonización. El azufre inorgánico ocurre principalmente en la forma de pirita. Este, junto al conte-

nido de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y cenizas constituye la composición elemental del carbón.

- Propiedades Físicas:

Dureza: (Índice Hardgrove). Es un índice que mide la facilidad de pulverización o molienda del carbón que se torna de una elevada importancia cuando se le requiere para uso industrial. Mientras más alto es este índice, más blando es el carbón. Por ejemplo, el carbón LML-1, lavado, con índice 32 corresponde a un carbón extremadamente duro para pulverizar.

- Propiedades Petrográficas:

La petrografía del carbón es un complemento indispensable a los métodos de ensayo físicos y químicos. La información petrográfica entrega información respecto al rango, la composición de macerales y la distribución de minerales dentro del carbón. Los resultados proporcionan una valiosa guía respecto a la probable génesis, metamorfismo y aplicaciones y usos de los carbones.

- Propiedades coquizantes, reológicas o aglomerantes:

Algunos carbones presentan características tales que al calentarlos en ausencia de aire, se aglutinan o aglomeran para formar el coque, desprendiendo los volátiles. Las propiedades plásticas o reológicas junto a propiedades de hinchamiento y dilatación de algunos carbones constituyen un comportamiento tal que los identifica como carbones coquizables.

El índice de hinchamiento libre (FSI) consiste en un ensayo simple para determinar la característica que presentan algunos carbones al

ser calentados rápidamente a una temperatura de 825°C expelen la materia volátil y producen (o no) un botón aglomerante que muestra protuberancia o estructura celular de diversas formas. La silueta es comparada con varios botones estándares enumerados del 0 al 9. Para carbones que no presentan hinchamiento alguno, tienen un índice FSI = 0.

#### ANÁLISIS Y ENSAYOS

En las Tablas Nº 1 a la Nº 5 adjuntas, se muestran los resultados de los diferentes análisis y ensayos llevados a cabo sobre las muestras de carbón.

En las figuras Nº 2 a la Nº 12 se muestran los reflectogramas correspondientes al análisis petrográfico del carbón junto a la composición de los macerales.

En las Tablas Nº 6 y Nº 7 se entrega la clasificación correspondiente al rango de los diferentes carbones estudiados de acuerdo a los distintos parámetros de clasificación basados en los índices petrográficos y de sus propiedades físicas y químicas.

#### ANÁLISIS DE RESULTADOS

##### Conclusiones Petrográficas y de Análisis Químico:

Las muestras de carbones estudiadas presentan diferentes niveles de oxidación cuyo porcentaje se pudo evaluar y determinar microscópicamente, siendo este análisis de mucho interés para obtener conclusiones respecto al grado de evolución o rango del carbón.

Las características de oxidación observadas en las diferentes muestras no estarían influyendo en el mismo grado en las propiedades petrográficas del carbón, a saber, las características de la composición de los macerales y la reflectividad media del carbón. Sin embargo, los análisis químicos y otros ensayos físicos pueden verse afectados a veces seriamente por los fenómenos de oxidación del carbón, principalmente en aquellos carbones que presentan propiedades plásticas, aglomerantes o reológicas. Estas propiedades son características de los carbones bituminosos del tipo alto, bajo y medio volátiles.

De acuerdo a la clasificación de carbones de la ASTM por "rango", los carbones analizados caen dentro de la especificación de carbones subbituminosos B y C, no aglomerantes. Sin embargo, debido a que algunas muestras presentan diferentes niveles de oxidación, esta clasificación podría definirse solamente como "rango aparente". La reflectividad basada en el análisis petrográfico parece ser más apropiada en estos casos para determinar el verdadero rango del carbón. De acuerdo a esta clasificación es posible observar que a gran parte de los carbones les corresponde, en realidad, un rango superior al determinado por el método ASTM. Según esta clasificación, los carbones caerían dentro del rango "Subbituminoso A, no aglomerantes", a excepción de las muestras LML-1 y MLSD-1B (Subbituminoso C, no aglomerante), que corresponden justamente a las dos muestras más alteradas por efectos de oxidación.

De acuerdo a las características anteriores podemos asegurar que se trata de carbones con interesantes y buenas posibilidades de utilización como recurso energético del tipo doméstico, industrial o bien para generación de termoelectricidad, como primera aproximación.

Otra conclusión inicial interesante se refiere a la posibilidad y facilidad de depuración que tienen estos carbones, de gran importancia económica cuando se trata de llevar a cabo una explotación de los mantos para diferentes usos.

#### Depuración

Esta propiedad se refiere a la reducción del contenido de cenizas y materiales inertes de estos carbones ya que de las muestras de canal obtenidas, que incluyen las intercalaciones y materiales estériles que se pueden presentar en los mantos, en todos los casos se logró rebajar los niveles de cenizas y materiales inertes a niveles inferiores al 15% en base seca, e incluso, en algunas muestras los niveles alcanzados son inferiores a un 9%. Esta es una característica muy conveniente que abriga buenas expectativas desde el punto de vista de una utilización del carbón. Se supone que la ceniza del carbón forma parte de los estériles que acompañan a la masa carbonácea permitiendo su remoción por métodos sencillos. Esta ventaja es posible obtenerla tanto en una explotación en pequeña escala como a gran escala. En el primer caso, el objetivo se logra mediante una explotación selectiva del carbón en los mantos, o bien, removiendo en equipos de depuración sencillos los materiales inertes no deseados una vez salidos de la mina. Los niveles de cenizas que se alcanzan son bajos para un grado de depuración sencillo y seguramente es posible llegar a niveles de cenizas aún menores constituyéndose esto en un hecho esencial desde el punto de vista de una explotación comercial.

#### Dureza

En cuanto a la propiedad física de dureza del carbón (medido por el índice de dureza Hardgrove) podemos decir que se trata de carbones, en general, de fácil triturbabilidad (muestras con índice de dureza Hardgrove mayor que 50), a excepción de las muestras de carbón lavado correspondientes a los carbones LML-1, MLSD-3, MLLC-2B y MLLC-2A que tienen un

índice de dureza menor que 50 y, por lo tanto, son carbones de más difícil triturabilidad. Esta característica se refiere a la dificultad que presenta un carbón en cuanto al consumo de energía requerido para su pulverización o molienda fina cuando su uso final así lo requiere. (Ej. generación termoeléctrica con carbón pulverizado). Sin embargo, no significa que se trate de carbones de difícil explotación en los mantos ya que éstos pueden ser bastante frágiles. Los carbones de alta dureza pueden presentar una buena estabilidad en cuanto al tamaño y, por lo tanto, su utilización puede orientarse hacia aquellos mercados que no requieren de una molienda fina para su uso final (ej. uso doméstico, quemadores de parrilla, etc.).

Las muestras del manto SD-A, del sector Malacatos - Santo Domingo son de un alto contenido de azufre. Esto implica contemplar la remoción o disminución del mismo mediante tecnologías más sofisticadas de depuración o bien, contemplar atrapar los gases provenientes de la combustión del carbón para evitar los fenómenos de contaminación atmosférica.

Un análisis microscópico indica la presencia de piritas finamente diseminadas en las muestras analizadas. Sin embargo, no es posible concluir a estas alturas respecto a la forma en que se presenta en el manto esta pirita (bandas, intercalaciones, finamente diseminada en el carbón, etc.) y, por lo tanto, aún es prematuro determinar la facilidad de remoción o disminución de sus niveles mediante procedimientos físicos o mecánicos.

En resumen, se puede concluir en esta fase inicial exploratoria que los carbones analizados presentan promisorias características respecto a posibles usos fundamentalmente como fuente de energía en sus diferentes y varias formas. Sin embargo, la cuantía de las reservas, las alternati-

vas de la minería junto a la calidad del (o de los) producto(s) a obtener de esta minería fijarán las condiciones futuras de utilización de estos carbones.

#### RECOMENDACIONES

1. Un mapa topográfico 1:5.000 del área comprendida entre Las Quebradas Santo Domingo y La Cobalera (aproximadamente 6 Km<sup>2</sup>).
2. Un mapa geológico a escala 1:5.000 que sea vaciado sobre el topográfico y que contenga la siguiente información:
  - Unidades sedimentarias mapeables.
  - Afloramientos de los mantos de carbones.
  - Estructuras que afectan las unidades sedimentarias.
  - Correlación en las unidades mapeadas.
3. Realizar zanjas y piques de exploración determinadas sus características (número, ubicación y profundidad) por el trabajo realizado en los números 1 y 2 de estas recomendaciones.
4. Análisis de las muestras de carbón obtenidas de los piques y zanjas para confirmación de la caracterización del carbón de esta área.
5. Pique vertical (ubicado topográficamente) en el área del Río Malacatos - Los Geranios para establecer la existencia de los otros mantos de carbón en la secuencia sedimentaria).

## ANÁLISIS DE MUESTRAS DE TESTIGOS DE AFLORAMIENTOS Y MINAS DE CARBONES ECUATORIANOS. MUESTRAS DE CABEZA (CARBÓN EN BRUTO)

SECTORES: MALACATOS SANTO DOMINGO-MALACATOS LA COBALERA-LOJA MALACATOS

CERTIFICADO DE ANÁLISIS: P. 6000-1052

MUESTRA	PESO INICIAL COMO RECIBIDO (GRS.)	% HUMEDAD EQUILIBRIO (95-97%:30°C) (IN SITU)	% HUMEDAD			% CENIZAS			PODER CALORIFICO SUPERIOR (KCAL/KG)			% AZUFRE			INDICE DUREZA HARDGROVE (HSI)
			RESIDUAL (105°C) "COMO RECIBIDO"	TOTAL "COMO RECIBIDO"	IN SITU	COMO RECIBIDO	BASE SECA	IN SITU	COMO RECIBIDO	BASE SECA	IN SITU	COMO RECIBIDO	BASE SECA		
MLSD-1	8201.9	12.68	1.7	12.98	12.41	10.53	10.56	12.05	5490	5507	6287	10.28	10.31	11.77	59
MLSD-1A	8297.9	13.14	2.83	11.07	13.59	17.01	16.93	19.59	4991	4965	5746	10.74	10.69	12.37	54
MLSD-1B	7944.2	20.92	1.84	15.56	17.11	12.05	14.07	16.97	2992	3409	4209	7.87	9.18	11.07	61
MLSD-2	7106.1	18.71	8.9	15.94	23.42	27.70	26.09	34.07	2772	2611	3409	2.05	2.69	3.51	83
MLSD-3	6117.6	16.07	9.23	11.49	19.66	39.89	38.19	47.53	2353	2252	2803	2.71	2.60	3.23	62
MLLC-3A	6522.2	15.67	8.26	13.81	20.93	32.84	30.79	38.94	3140	2944	3723	3.48	3.27	4.13	70
MLLC-3B	6483.8	18.30	9.83	16.40	24.62	37.11	34.24	45.42	2526	2331	3092	0.93	0.85	1.14	72
MLLC-2A	7966.6	13.69	8.63	11.26	18.92	54.23	50.95	62.84	1567	1472	1815	1.01	0.95	1.17	57
MLLC-2B	6763.2	14.99	9.16	11.05	19.20	36.48	34.67	42.91	2747	2611	3231	2.31	2.20	2.72	50
MLLC-1	6045.5	17.24	7.77	15.07	21.67	28.18	26.67	34.05	3213	3041	3882	2.44	2.31	2.94	73
MLL -1	6929.4	24.22	10.72	22.20	30.54	11.78	10.79	15.54	4220	3869	5569	0.94	0.87	1.25	29

SANTIAGO DE CHILE, AGOSTO DE 1987.

TABLA Nº 1

  
 GUILLERMO NORIEGA B.  
 JEFE LABORATORIO DE CARBONES  
 INTEC - CHILE

HOJA N° 2.

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE TESTIGOS DE AFLORAMIENTOS Y DE MINAS DE CARBONES ECUATORIANOS (MUESTRAS DE CARBÓN LAVADO: FLOTA D=1.45 KG./DM<sup>3</sup>)

SECTORES: MALACATOS SANTO DOMINGO-MALACATOS LA COBALERA-LOJA MALACATOS

GRANULOMETRÍA: -1/4" + 0 MM.

CERTIFICADO DE ANÁLISIS: P.6000-1052

MUESTRA	% PESO FLOTA		% HUMEDAD		% CENIZAS		% MATERIAS VOLÁTILES		% CARBÓN FIJO		PODER CALORÍFICO SUPERIOR (KCAL/KG)		% AZUFRE		INDICE DUREZA	INDICE HINCHAMIENTO
	DENSIDAD D=1.45	EQUILIBRIO (IN SITU)	RESIDUAL (105°C)	IN SITU	BASE SECA	IN SITU	BASE SECA	IN SITU	BASE SECA	IN SITU	BASE SECA	IN SITU	BASE SECA	IN SITU	BASE SECA	(HBI)
MLSD-1	89.19	12.82	12.81	7.79	6.93	38.14	43.74	41.26	47.32	5818	6674	10.00	11.47	62	1/2	
MLSD-1A	59.14	14.25	12.61	10.05	11.73	34.85	40.65	40.84	47.63	5504	6418	9.60	11.19	58	1/2	
MLSD-1B	49.35	25.83	16.02	6.30	8.60	31.12	41.96	36.67	49.44	4106	5536	7.06	9.51	52	0	
MLSD-2	31.8	21.12	15.01	11.55	14.64	31.91	40.45	35.43	44.51	4136	5243	2.48	2.14	54	0	
MLSD-3	5.76	19.46	14.33	6.75	8.38	30.05	37.32	42.73	54.30	4798	5958	1.97	2.45	39	0	
MLLC-3A	35.29	18.84	17.59	11.88	14.63	28.70	35.36	40.58	50.01	4745	5846	3.32	4.09	61	0	
MLLC-3B	16.87	20.65	15.45	10.82	13.64	28.90	36.42	39.63	49.95	4368	5504	1.30	1.64	61	0	
MLLC-2A	7.07	21.15	16.52	8.75	11.09	29.42	37.31	40.68	51.60	4392	5571	1.42	1.80	45	0	
MLLC-2B	14.40	18.80	13.43	11.45	14.10	30.30	37.31	39.45	48.58	4475	5511	2.69	3.32	42	0	
MLLC-1	20.01	20.51	18.86	10.64	13.38	30.80	38.75	38.05	47.87	4371	5499	2.09	2.63	52	0	
LML -1	87.9	26.86	21.21	8.91	12.18	31.34	42.85	32.89	44.97	4288	5862	0.79	1.08	32	0	

NOTA: SE ADJUNTA ANÁLISIS PETROGRÁFICO DEL CARBÓN LAVADO EN HOJA APARTE JUNTO AL RESPECTIVO REFLECTOGRAMA Y ANÁLISIS DE MACERALES

TABLA N° 2

SANTIAGO DE CHILE, AGOSTO DE 1987.



GUILLERMO NORIEGA S.  
JEFE LABORATORIO DE CARBONES  
INTEC - CHILE

HOJA N° 3

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE TESTIGOS DE AFLORAMIENTOS Y DE MINAS DE CARBONES ECUATORIANOS (MIXTOS (HUNDE D=1.45; FLOTA D=1.60) Y ESTERILES (HUNDE D=1.60 GR/CM<sup>3</sup>).

SECTORES: MALACATOS SANTO DOMINGO-MALACATOS LA COBALERA-LOJA MALACATOS

CERTIFICADO DE ANÁLISIS: P.6000-1052

MIXTOS FLOTA D=1.60 GR/CM <sup>3</sup> - HUNDE D=1.45 GR/CM <sup>3</sup>									ESTERILES (HUNDE D=1.60 GR/CM <sup>3</sup> )							
MUESTRA	% PESO	% HUMEDAD	% CENIZAS		% AZUFRE		PODER CALORIFICO		% PESO	% HUMEDAD		% CENIZAS		% AZUFRE		
	FLOTA	RESIDUAL	SECO AL	BASE	SECO AL	BASE	SUPERIOR (KCAL/KG)			RESIDUAL	SECO AL	BASE	SECO AL	BASE	SECO AL	BASE
	HUNDE	(105°C)	AIRE	SECA	AIRE	SECA	SECO AL	BASE		HUNDE	(105°C)	AIRE	SECA	AIRE	SECA	AIRE
D=1.45						AIRE	SECA		D=1.60							
MLSD-1	7.80	10.39	22.93	25.59	9.07	10.12	4770	5323	3.01	7.54	50.38	54.49	8.68	9.39		
MLSD-1A	17.45	12.86	20.83	23.90	11.31	12.98	4828	5541	23.41	7.97	46.12	50.11	14.08	15.30		
MLSD-1B	26.25	17.73	14.75	17.93	9.03	10.98	3481	4231	24.22	18.93	26.08	32.17	10.43	12.87		
MLSD-2	43.54	15.38	25.68	30.35	1.99	2.35	3404	4023	24.66	9.91	46.31	53.62	4.08	4.53		
MLSD-3	26.05	13.59	19.77	22.88	2.45	2.84	4038	4673	68.19	11.02	55.00	61.81	2.53	2.84		
MLLC-3A	25.68	15.43	23.65	27.96	4.28	5.06	3871	4577	39.03	11.90	58.63	66.55	3.05	3.46		
MLLC-3B	26.07	15.72	27.67	32.03	1.03	1.22	3349	3974	55.06	13.89	51.89	60.26	1.02	1.18		
MLLC-2A	15.69	16.06	22.67	27.01	1.36	1.62	3574	4258	77.24	11.16	62.40	70.24	1.23	1.38		
MLLC-2B	27.94	12.21	26.08	29.71	2.69	3.06	3784	4310	57.58	11.51	51.22	57.88	2.20	2.49		
MLLC-1	46.48	18.95	24.77	30.56	1.97	2.43	3399	4194	33.51	14.89	46.86	55.06	2.85	3.35		
LML -1	9.96	17.01	27.87	33.58	1.27	1.53	3477	4190	2.14	11.63	43.57	49.30	4.22	4.78		

TABLA N° 3

  
 GUILLERMO NORIEGA B.  
 JEFE DE LABORATORIO DE CARBONES  
 INTEC-CHILE

SANTIAGO DE CHILE, AGOSTO DE 1987

HOJA N°4

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE TESTIGOS DE AFLORAMIENTOS Y MINAS DE CARBONES ECUATORIANOS (COMPOSITO FLOTA D=1.60 GRS/CM3)

Y CLASIFICACION DE ACUERDO AL RANGO.

SECTORES: MALACATOS SANTO DOMINGO-MALACATOS LA COBALERA-LOJA MALACATOS

CERTIFICADO DE ANALISIS: P.6000-1052

COMPOSITO CARBON LAVADO A DENSIDAD 1.60 (FLOTA D=1.60 GRS/CM3)

MUESTRA	% PESO	% HUMEDAD	% CENIZAS		% AZUFRE		PODER CALORIFICO	
	FLOTA	RESIDUAL	SECO AL	BASE	SECO AL	BASE	SECO AL	BASE
	D=1.60	(105°C)	AIRE	SECA	AIRE	SECA	AIRE	SECA
MLSD-1	96.99	12.62	5.01	10.31	9.93	11.36	5735	6563
MLSD-1A	76.59	12.67	12.66	14.50	10.13	11.60	5431	6219
MLSD-1B	75.78	16.61	5.83	11.79	8.35	10.01	4244	5090
MLSD-2	75.34	15.22	20.09	23.70	2.28	2.69	3848	4539
MLSD-3	31.81	13.72	17.49	20.27	2.39	2.77	4231	4904
MLLC-3A	60.97	16.68	16.94	20.33	3.75	4.50	4419	5304
MLLC-3B	44.94	15.61	20.89	24.76	1.18	1.40	3897	4618
MLLC-2A	22.76	16.82	18.44	22.17	1.39	1.68	3874	4657
MLLC-2B	42.42	12.63	21.35	24.43	2.75	3.15	4121	4716
MLLC-1	66.49	18.92	20.58	25.39	2.02	2.49	3719	4587
LML -1	97.86	20.78	11.46	14.47	0.89	1.13	4503	5684

CLASIFICACION DEL CARBON POR RANGO (ASTM-D388-82)

% CARBONO FIJO	% MATERIA VOLATIL	PODER CALORIFICO		RANGO APARENTE DEL CARBON
(BASE PARR **)	(BASE PARR **)	(BASE PARR ***)	(BASE PARR ***)	
		***: HUMEDO, EXENTO DE		
***: SECO, EXENTO DE	***: SECO, EXENTO DE	MATERIA MINERAL		
MATERIA MINERAL	MATERIA MINERAL	(KCAL/KG)	(BTU/LB)	
54.26	45.74	5707	10272	SUB-BITUMINOSO B NO AGLOMERANTE
56.60	43.40	5548	9986	SUB-BITUMINOSO B NO AGLOMERANTE
56.17	43.83	4021	7237	MUESTRA FUERTEMENTE OXIDADA
53.89	46.11	4614	8304	SUB-BITUMINOSO C NO AGLOMERANTE
60.19	39.81	5075	9135	SUB-BITUMINOSO C NO AGLOMERANTE
60.27	39.73	5236	9425	SUB-BITUMINOSO C NO AGLOMERANTE
58.91	41.09	4902	8824	SUB-BITUMINOSO C NO AGLOMERANTE
58.98	41.02	4780	8603	SUB-BITUMINOSO C NO AGLOMERANTE
57.98	42.02	4973	8951	SUB-BITUMINOSO C NO AGLOMERANTE
56.45	43.55	4821	8678	SUB-BITUMINOSO C NO AGLOMERANTE
51.95	48.05	4733	8519	SUB-BITUMINOSO C NO AGLOMERANTE

SANTIAGO DE CHILE, AGOSTO DE 1987

TABLA N° 4

*Guillermo Noriega B.*  
 GUILLERMO NORIEGA B.  
 JEFE DE LABORATORIO DE CARBONES  
 INTEC - CHILE

HOJA N° 5.

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE TESTIGOS DE AFLORAMIENTOS Y DE MINAS DE CARBONES ECUATORIANOS (MUESTRAS DE CARBÓN LAVADO: FLOTA D=1.45 KG./DM<sup>3</sup>)

SECTORES: MALACATOS SANTO DOMINGO-MALACATOS LA COBALERA-LOJA MALACATOS

ANÁLISIS PETROGRÁFICO Y RANGO

CERTIFICADO DE ANÁLISIS: P.6000-1052

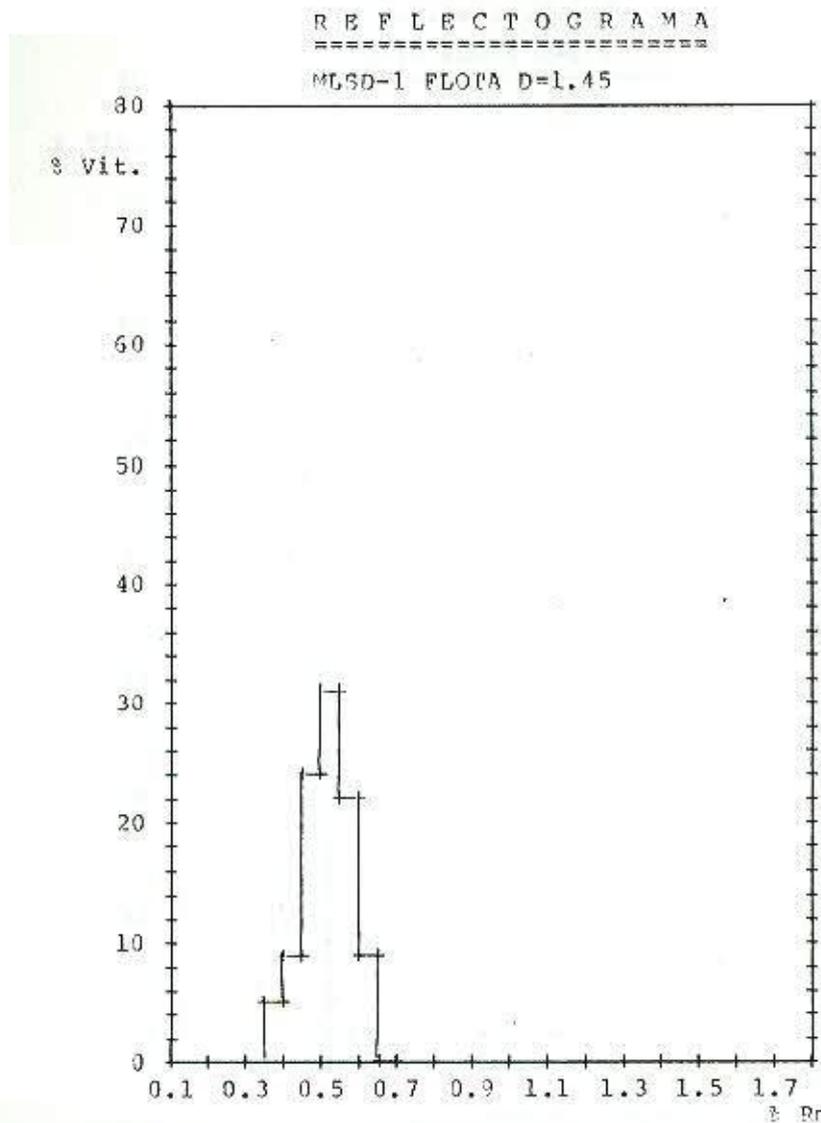
MUESTRA:	ANÁLISIS PETROGRÁFICO DEL CARBÓN						CLASIFICACION DEL CARBÓN POR RANGO SEGUN ANÁLISIS PETROGRÁFICO
	MOJEDAD	% REFLECTIVIDAD	ANÁLISIS DE COMPOSICION DE MACERALES (% VOLUMEN)				
96-97%:30°C (IN SITU)*	MEDIA (XRM)	HUMINITA	LIPTINITA	INERTINITA	MATERIA MINERAL		
MLSD-1	13.90	0.52	52	15	13	20	!SUBBITUMINOSO A NO AGLOMERANTE!
MLSD-1A	15.04	0.43	81	1	6	12	!SUBBITUMINOSO B NO AGLOMERANTE!
MLSD-1B	27.59	0.41	75	4	10	10	!SUBBITUMINOSO C NO AGLOMERANTE!
MLSD-2	23.88	0.53	68	7	10	15	!SUBBITUMINOSO A NO AGLOMERANTE!
MLSD-3	20.87	0.53	78	7	2	13	!SUBBITUMINOSO A NO AGLOMERANTE!
MLLC-3A	21.38	0.53	69	9	4	18	!SUBBITUMINOSO A NO AGLOMERANTE!
MLLC-3B	23.16	0.57	72	14	6	8	!SUBBITUMINOSO A NO AGLOMERANTE!
MLLC-2A	23.18	0.57	78	5	1	16	!SUBBITUMINOSO A NO AGLOMERANTE!
MLLC-2B	21.23	0.63	72	11	7	10	!SUBBITUMINOSO A NO AGLOMERANTE!
MLLC-1	22.95	0.47	67	9	14	10	!SUBBITUMINOSO A NO AGLOMERANTE!
LML -1	29.49	0.36	62	29	2	7	!SUBBITUMINOSO C NO AGLOMERANTE!

\*:BASE EXENTA DE CENIZAS

SANTIAGO AGOSTO DE 1987.

TABLA N° 5

  
 GUILLERMO NORIEGA B.  
 JEFE LABORATORIO DE CARBONES  
 INTEC - CHILE



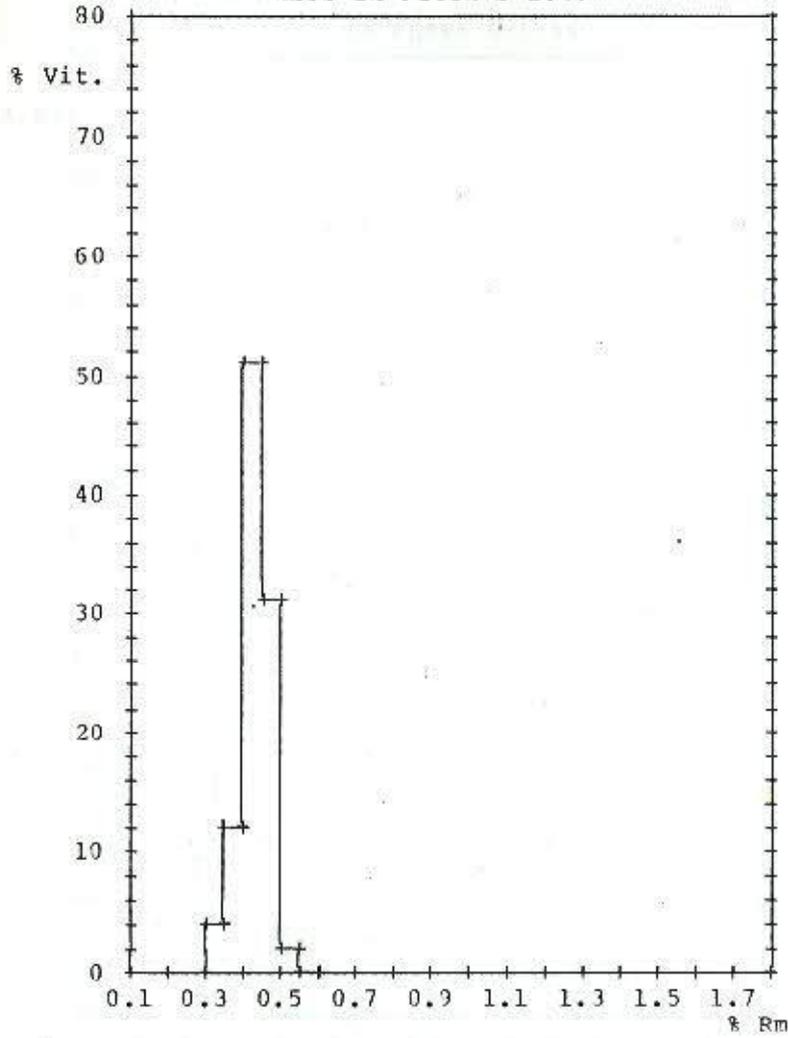
Escalon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
% Vol.			5	33	53	9											
ANALISIS DE GRUPOS MACERALES(% Vol.)																	
Vitrinita	: 52								Rm	: 0.5165							
Exinita	: 15								Muestra	: QUEBRADA SANTO							
Inertinita	: 13									DOMINCO ECUADOR							
M. Mineral	: 20									MANTO SD-A							
TOTAL	: 100																

% de pirita en materia mineral: 1  
 % de oxidación de muestra : Indicios

FIGURA Nº 2

REFLECTOGRAMA

MLSD-1A FLOTA D=1.45



Escalon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
% Vol.			16	82	2											
ANALISIS DE GRUPOS MACERALES (% Vol.)																
Vitrinita	: 81				Rm	: 0.4325										
Exinita	: 1				Muestra	: QUEBRADA SANTO										
Inertinita	: 6					: DOMINCO ECUADOR										
M. Mineral	: 12					: MANTO SE-A										
TOTAL	: 100															

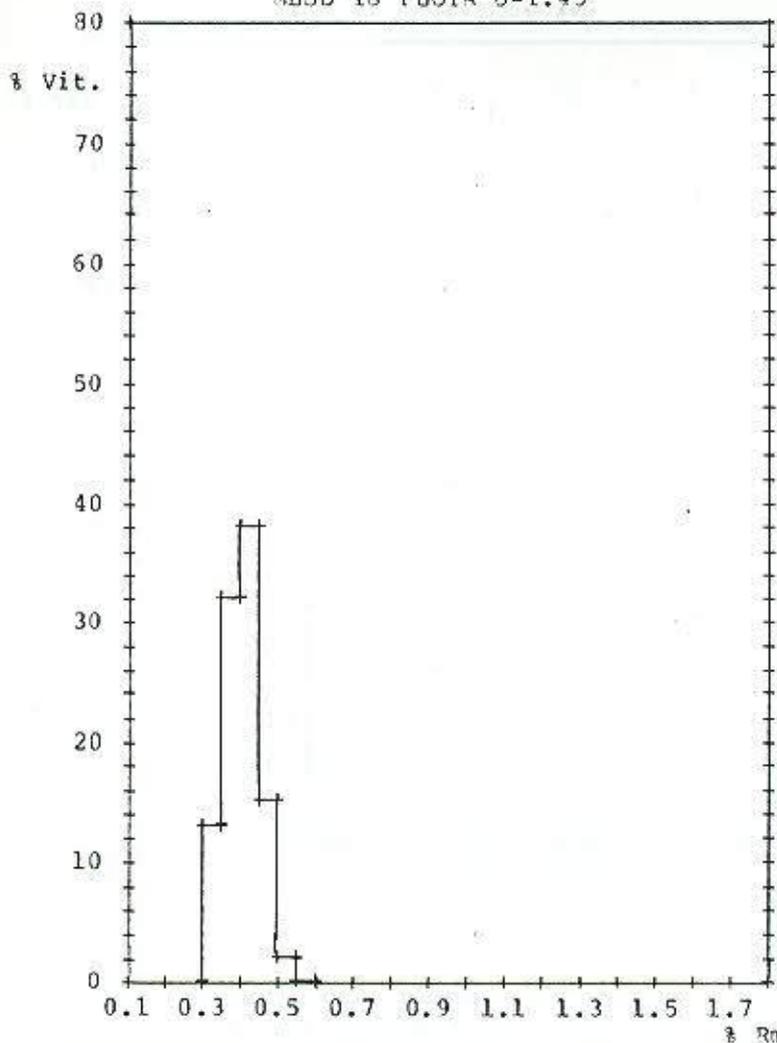
% de pirita en materia mineral: 3  
 % de oxidación de muestra : Indicios

FIGURA Nº 3

REFLECTOGRAMA

=====

MLSD-1B FLOTA D=1.45



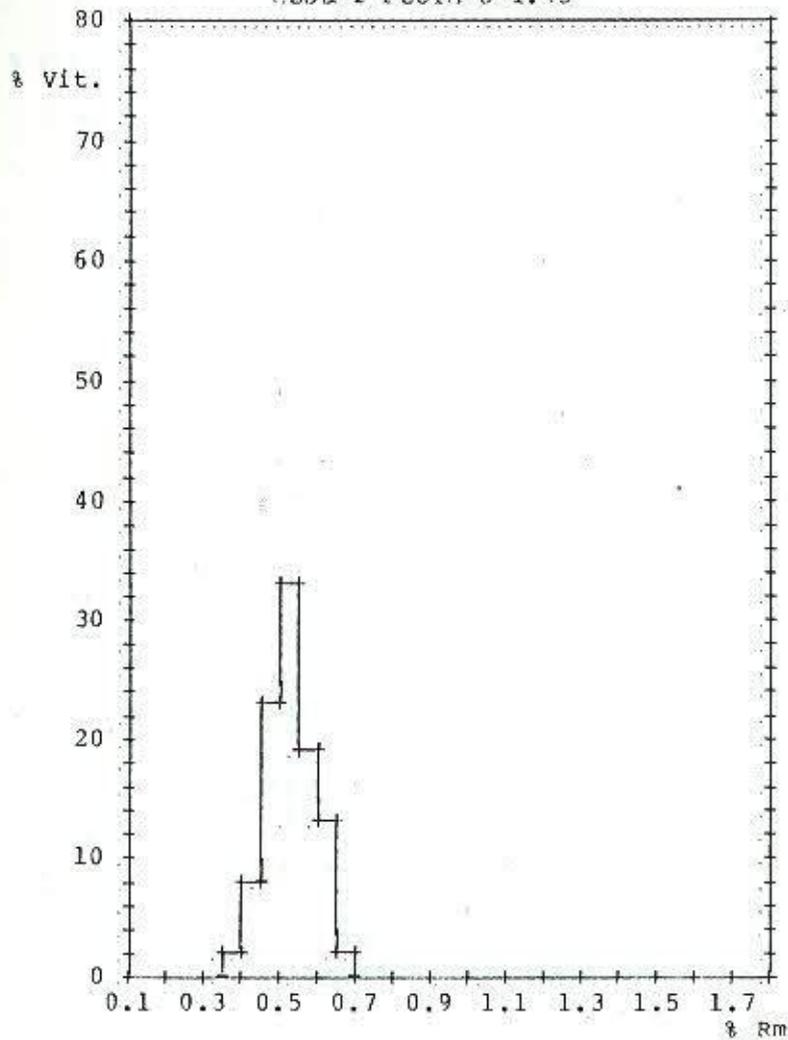
Escalon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
% Vol.			45	53	2														
ANALISIS DE GRUPOS MACERALES (% Vol.)																			
Vitrinita	:			76			Pm	:									0.4055		
Exinita	:			4			Muestra	:									QUEBRADA SANTO		
Inertinita	:			10													DOMINGO ECUADOR		
M. Mineral	:			10													MANTO SD-A		
TOTAL	:			100															

% de pirita en materia mineral: 4  
 % de oxidación de muestra : 14

FIGURA Nº 4

REFLECTOGRAMA

MLSD-2 FLOTA D=1.45



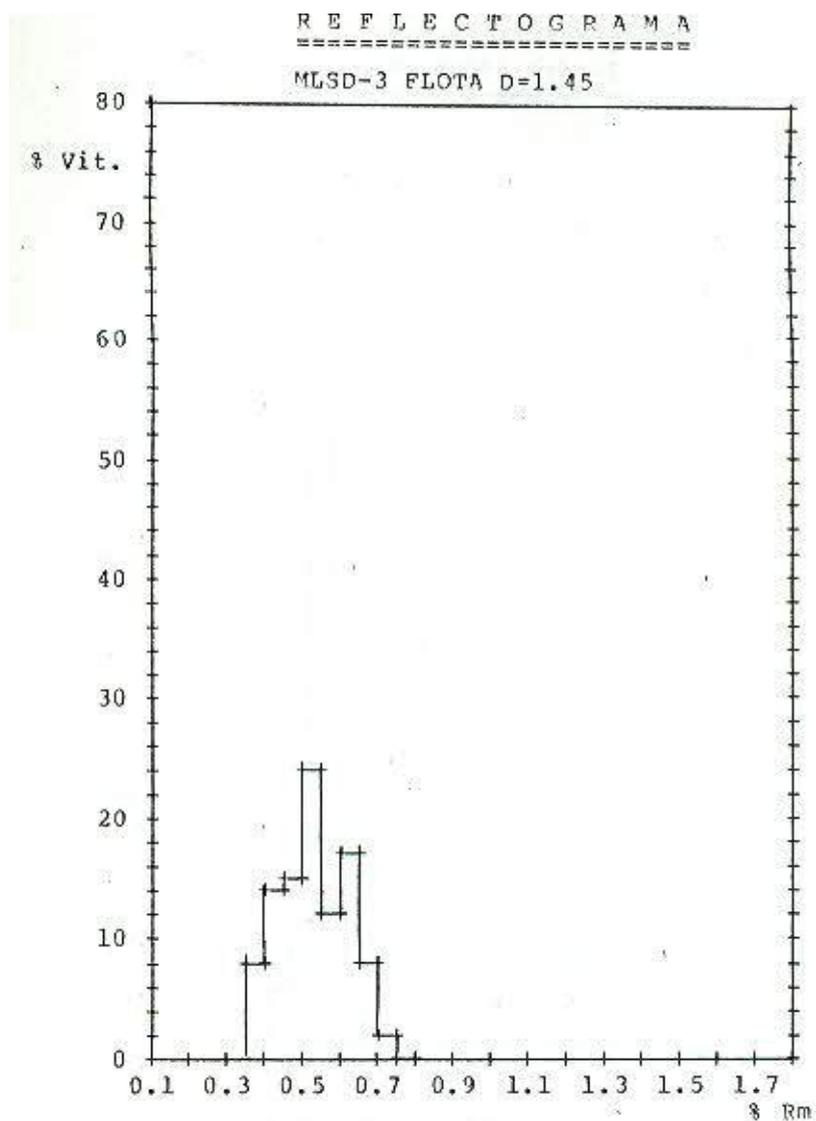
Escalon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
% Vol.			2	31	52	15										

ANALISIS DE GRUPOS MACERALES (% Vol.)

Vitrinita	: 68	Rm	: 0.528
Exinita	: 7	Muestra	: QUEBRADA SANTO
Inertinita	: 10		: DOMINCO ECUADOR
M. Mineral	: 15		: MANTO SD-B
TOTAL	: 100		

% de pirita en materia mineral : Indicios  
 % de oxidación de muestra : 4

FIGURA Nº 5



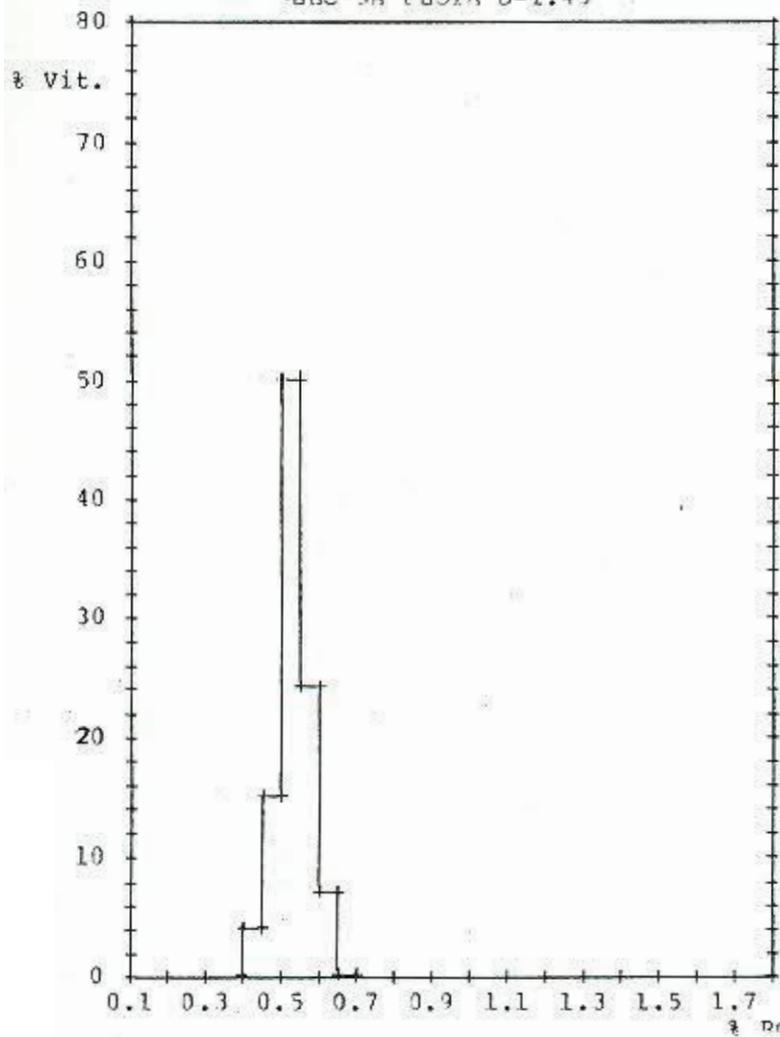
Escalon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
% Vol.			8	29	36	25	2									
ANÁLISIS DE GRUPOS MACERALES (% Vol.)																
Vitrinita : 78								Rm : 0.5305								
Exinita : 7								Muestra : QUEBRADA SANTO								
Inertinita : 2								DOMINGO ECUADOR								
M. Mineral : 13								MANTO SD-C								
TOTAL : 100																

% de pirita en materia mineral: 3  
% de oxidación de muestra : 3

FIGURA Nº 6

REFLECTOGRAMA

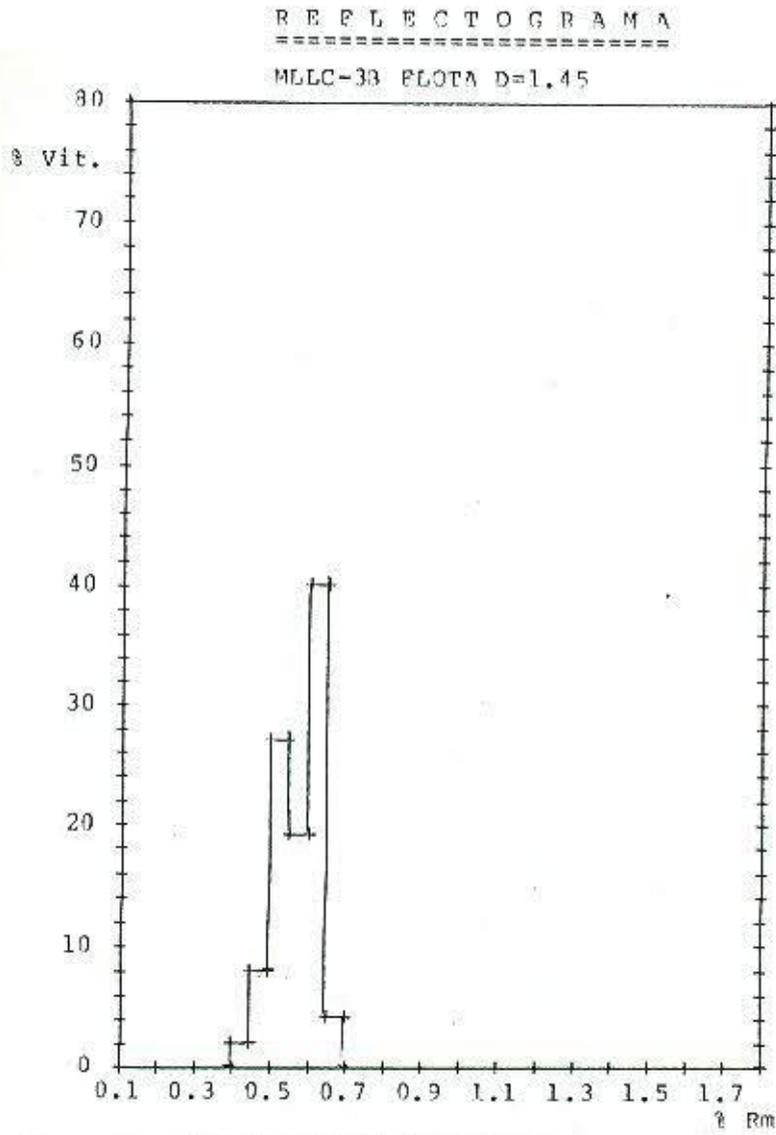
MLLC-3A FLOTA D=1.45



Escalon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
% Vol.				19	74	7										
ANÁLISIS DE GRUPOS MACERALES (% Vol.)																
Vitrinita					: 69		Pm	: 0.5225								
Exinita					: 9		Muestra	: QUEBRADA LA CO-								
Inertinita					: 4			BALERA ECUADOR								
M. Mineral					: 18			MANTO LC-C								
TOTAL					: 100											

% de pirita en materia mineral : 1  
 % de oxidación de muestra : Indicios

FIGURA Nº 7

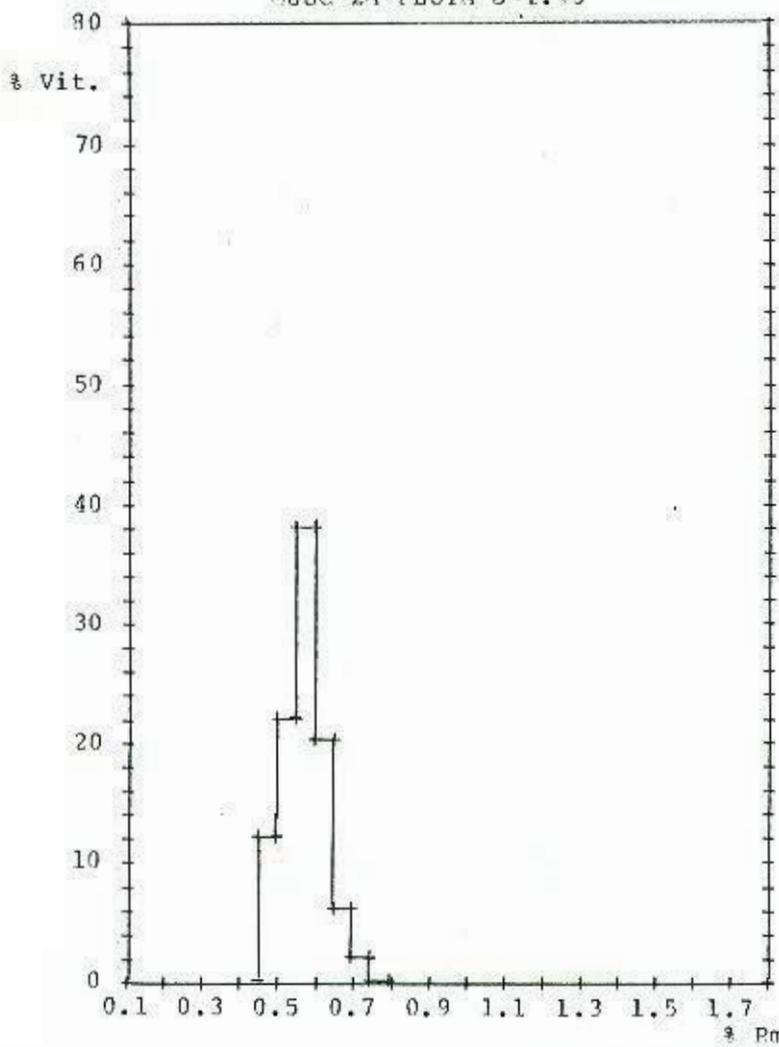


Escalon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
% Vol.				10	46	44											
ANALISIS DE GRUPOS MACERALES (% Vol.)																	
Vitrinita	: 72					Rm	: 0.5745										
Exinita	: 14					Muestra	: QUEBRADA LA CO-										
Inertinita	: 6						BALERA ECUADOR										
M. Mineral	: 8						MANTO LC-C										
TOTAL	: 100																
% de pirita en materia mineral : Indicios % de oxidación de muestra : < 0,5																	

FIGURA Nº 8

REFLECTOGRAMA

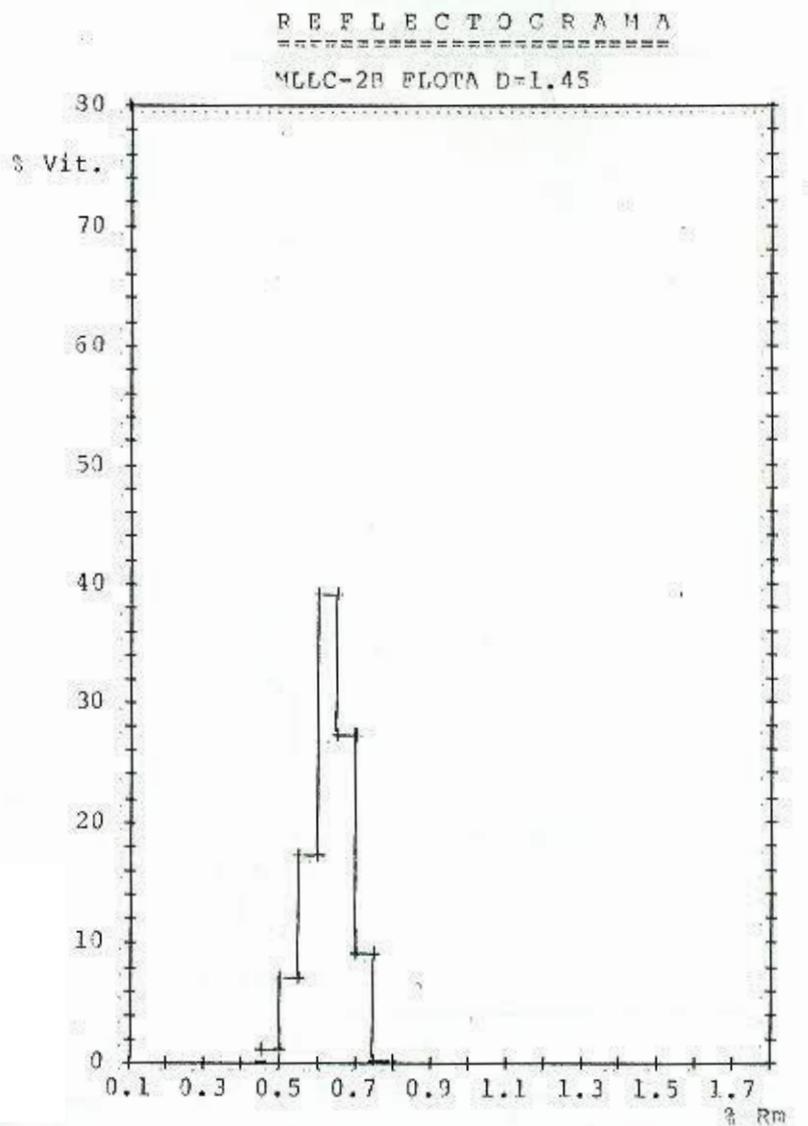
MLLC-2A FLOTA D=1.45



Escalon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
% Vol.				12	60	26	2									
ANALISIS DE GRUPOS MACERALES (% Vol.)																
Vitrinite	:	78														
Exinite	:	5														
Inertinite	:	1														
M. Mineral	:	16														
TOTAL	:	100														
		Pm	:	0.571												
		Muestra	:	QUEBRADA LA CO-												
			:	BALEPA ECUADOR												
			:	MANTO LC-B												

% de pirita en materia mineral : Indicios  
 % de oxidación de muestra : 9

FIGURA Nº 9



Escalon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
% Vol.				1	24	66	9										
ANALISIS DE GRUPOS MACERALES (% Vol.)																	
Vitrinita	:					72	Rm	:									0.6305
Exinita	:					11	Muestra	:									QUEBRADA LA CO-
Inertinita	:					7											BAJERA ECUADOR
M. Mineral	:					10											MANIO LC-B
TOTAL	:					100											

% de pirita en materia mineral: Índicios  
% de oxidación de muestra : 3

FIGURA Nº 10

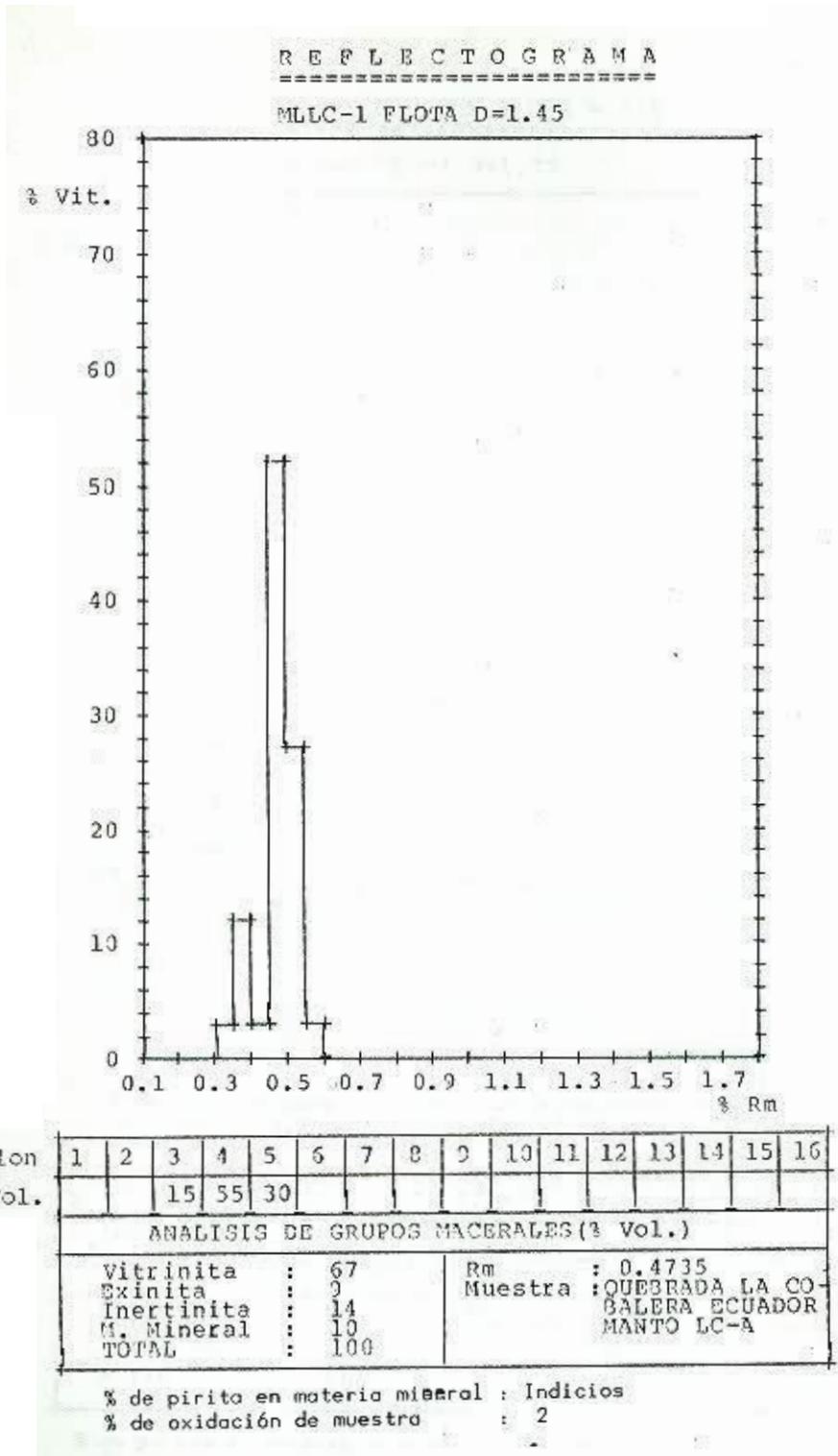
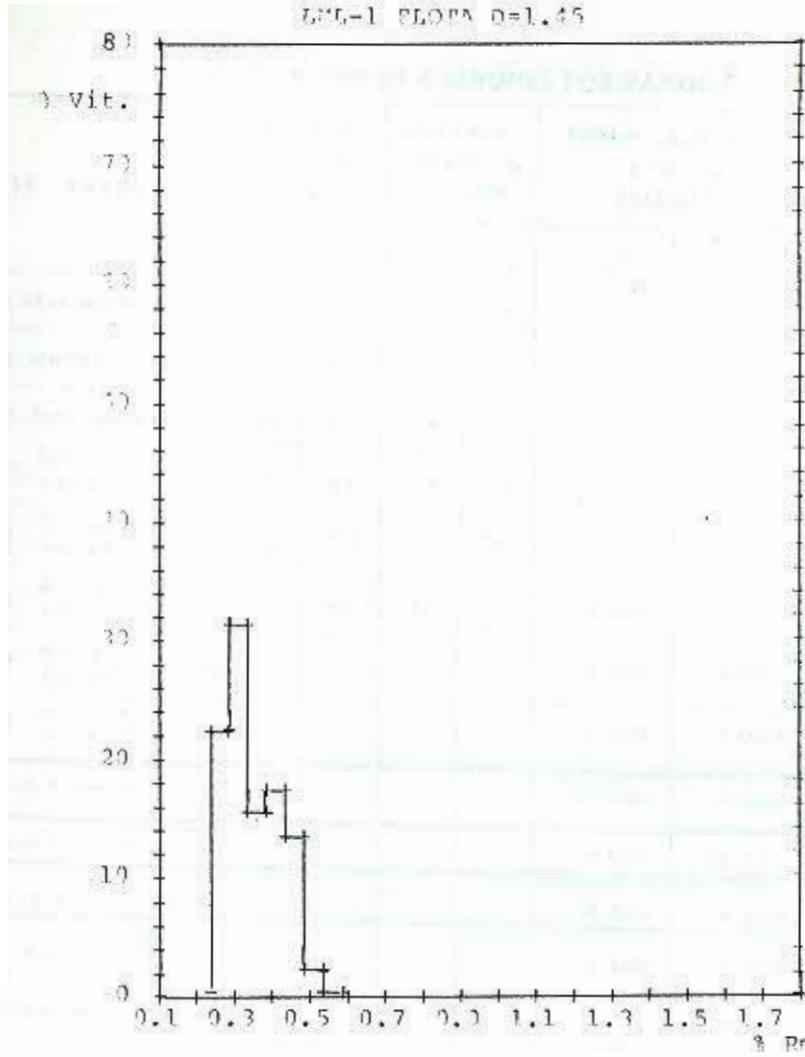


FIGURA Nº 11

REFLECTOGRAMA

LMG-1 FLOTA D=1.45



Escalon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
% vol.		22	16	30	2												
ANÁLISIS DE GRUPOS MACERALES (% Vol.)																	
Vitrinita	: 62								Rm	: 0.352							
Exinita	: 29								Muestra	: LOJA MALACATOS							
Inertinita	: 2									: RIO MALACATO							
M. Mineral	: 7									: ECUADOR							
TOTAL	: 100																

% de pirita en materia mineral: Indicios  
 % de oxidación de muestra : 18

FIGURA Nº 12

CLASIFICACION DE CARBONES POR RANGO<sup>1</sup>

CLASE GRUPO		CARBONO FIJO % base (slmm)		MATERIA VOLATIL % (slmm) <sup>2</sup>		PODER CALORIFICO BTU / lb (hlmm) <sup>2</sup>		CARACTER AGLOMERANTE
		≥	<	>	<	≥	<	
I ANTRACITA	1 META-ANTRACITA	98	-	-	2	-	-	NO AGLOMERANTE
	2 ANTRACITA	92	98	2	8	-	-	
	3 SEMI-ANTRACITA <sup>3</sup>	86	92	8	14	-	-	
II BITUMINOSO	1 BIT. BAJO VOLATIL	78	86	14	22			COMUNMENTE AGLOMERANTE 5
	2 BIT. MEDIO VOLATIL	69	78	22	31			
	3 BIT. ALTO VOLATIL A		69	31		14.000		
	4 BIT. ALTO VOLATIL B					13.000	14.000	
	5 BIT ALTO VOLATIL C					10.500	13.000	
III SUB BITUMINOSO	SUB BITUMINOSO A					10.500	11.500	NO AGLOMERANTE
	SUB BITUMINOSO B					9.500	10.500	
	SUB BITUMINOSO C					8.300	9.500	
IV LIGNITA	LIGNITO A					6.300	8.300	NO AGLOMERANTE
	LIGNITO B						6.300	

<sup>1</sup> slmm: base seca libre de materia mineral

<sup>2</sup> hlmm: base húmeda libre de material mineral

Petrografía  
ASTM  
LML-1  
MLSD-1B

TABLA Nº 6

The different stages of coalification according to the German (DIN) and North American (ASTM) classifications and their distinction on the basis of different physical and chemical rank parameters. The last column shows the applicability of various rank parameters to the different coalification stages.

Rank		Ref. Rm <sub>oil</sub>	Vol. M. d. a. f. %	Carbon d. a. f. Vitrite	Bed Moisture	Cal. Value Btu/lb (kcal/kg)	Applicability of Different Rank Parameters	
German	USA						bed moisture (ash-free)	caloric value (moist, ash-free)
Torf	Peat	0.2	68					
			64	ca. 60	ca. 75			
Weich-	Lignite	0.3	80					
			56		ca. 35	7200 (4000)		
Matt-	Sub-Bit. C	0.4	52					
			48	ca. 71	ca. 25	9900 (5500)		
Glanz-			0.5	44				
	High Vol. Bituminous A	0.6	44			12600 (7000)		
Flamm-			0.7	40				
	Medium Volatile Bituminous	0.8	36					
Gasflamm-			1.0	32				
Gas-			1.2	28	ca. 87		15,500 (8650)	
Fett-	Low Volatile Bituminous	1.4	24					
			1.6	20				
Ess-	Semi-Anthracite	2.0	12					
Mager-	Anthracite	3.0	4					
Anthrazit			4.0	4	ca. 91		15,500 (8650)	
Meta-Anthr.	Meta-A.							

LML-1  
 SD-1B  
 OTROS

hydrogen (d. a. f.)  
 volatile matter (dry, ash-free)  
 carbon (dry, ash-free)  
 reflectance of vitrinite  
 moist.  
 X-ray diffr.

TABLA Nº 7