

METODOLOGIA PARA LA EXPLORACION Y USO TERMICO DEL CARBON



ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA

METODOLOGIA PARA LA EXPLORACION Y USO TERMICO DEL CARBON



ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA

CONTENIDO

1. Introducción	5
2. Características generales del carbón	9
3. Geología general del carbón	13
4. Técnicas principales de exploración geológica, de perforación y de muestreo..	19
5. Metodología OLADE	25
6. Lista de Participantes	41
7. Anexos	45
7.1. Identificación de la situación carborífera de los países de América Latina	47
7.2. Lineamientos para el análisis de las perspectivas del carbón.....	51
7.3. Tecnologías del carbón	57
7.4. Vocabularios	61

1. INTRODUCCION

1. INTRODUCCION

La Secretaría Permanente de la OLADE, mediante la publicación del texto definitivo de la "Metodología para la Exploración y el Uso Térmico del Carbón", pone a la consideración de los países de América Latina las bases principales que se deben tomar en cuenta para impulsar el desarrollo de esta importante fuente de energía, que todavía no tiene una participación significativa dentro de la estructura del consumo energético regional.

La Metodología propuesta por esta Secretaría Permanente de la OLADE comprende: características generales del carbón; geología general del carbón y tipos de yacimientos carboníferos de América Latina; técnicas principales de la exploración y uso térmico del carbón; metodología propuesta por la OLADE; y anexos de importancia técnica.

La elaboración de este documento se inició con la reunión del primer grupo de trabajo, realizado en Quito-Ecuador del 26 al 30 de mayo de 1980; luego, el trabajo fue revisado, modificado y ampliado en la segunda reunión del grupo de trabajo organizada en Río Turbio, Argentina, del 3 al 7 de noviembre del mismo año, y por último se revisó y aprobó el texto final en la reunión del Grupo Asesor del Carbón, constituido en Bogotá, Colombia, el 20 de abril de 1981.

Los nombres de los especialistas que participaron en estas reuniones constan en el presente documento.

Los trabajos elaborados en las mencionadas reuniones de trabajo fueron oportunamente enviados a los Ministros de la Organización para conocer sus observaciones, sugerencias y puntos de vista.

La culminación de este esfuerzo viene a ser una verdadera manifestación de la cooperación de nuestros países, una transferencia tecnológica de los Estados productores de Carbón, a favor de las que todavía no han iniciado estas actividades de la investigación y sobre todo constituye una expresión concreta de la integración energética regional que aspira a lograr la Organización Latinoamericana de Energía.

El grado de aceptación que reciba este documento en los países miembros, la aplicación que do los resultados que alcancemos alrededor de esta materia, será la respuesta definitiva al esfuerzo desplegado por la Secretaría Permanente de la OLADE para entregar la presente publicación.

Gustavo Rodríguez Elizarrarás,
SECRETARIO EJECUTIVO

2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL CARBON

2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL CARBON

CARBON

Nombre genérico utilizado para designar las masas sedimentarias combustibles (caustobiolitas) formadas por la acumulación de materia vegetal que posteriormente ha sido carbonizada y consolidada bajo condiciones diagenéticas normales.

Entendiéndose por CARBONIZACION: al proceso de transformación de los restos vegetales acumulados, mediante el cual se produce un enriquecimiento progresivo en Carbono y una pérdida de los otros componentes vegetales (H,O,N, Hidrocarburos, etc) lo que conduce a la formación de carbones.

El proceso de transformación físico-químico de los residuos vegetales acumulados, comprende varias etapas, a saber:

- a. Desintegración: primera alteración en presencia del oxígeno y la humedad. Se forman lentamente las sustancias volátiles.
- b. Descomposición: disgregación incompleta con menos cantidad de oxígeno. Comienza la desintegración parcial de la materia orgánica, quedando como residuo una pequeña proporción de carbono fijo.
- c. Turbificación: constituye la etapa inmediata anterior a la putrefacción. Se inicia con la formación de humus en el ambiente de agua estancada, el que admite reducida cantidad de oxígeno del aire para la transformación que se opera. Mientras tanto en la superficie de la cuenta continúa el crecimiento natural de las plantas y sus restos, que se depositan ininterrumpidamente en el receptáculo de acumulación subsidencia, suministran oxígeno que interviene en este momento del proceso en muy escasa proporción.
- d. Putrefacción: en esta última etapa la transformación se desarrolla plenamente en medio del agua de la cuenca con ausencia absoluta del oxígeno del aire. En principio la formación de metano y otros gases es una verdadera destilación natural. Aumenta la concentración de carbono.

Las etapas de turbificación y putrefacción son las más importantes, porque bajo condiciones tales, grandes cantidades de materia orgánica quedan preservadas para su transformación definitiva en depósitos de carbón mineral.

COMPONENTES DEL CARBON

Según la escuela inglesa (o de Stopes) se distinguen en los carbones, en su aspecto megascópico, los siguientes componentes: vitrita, fusita, clarita y durita.

VITRITA: se presenta como fajas delgadas de pocos milímetros de espesor. Es un carbón brillante, vítreo, de fractura concoidea, quebradizo, que alterna en bandas con capas de otro carbón.

FUSITA: es de naturaleza porosa, friable, opaco, se asemeja al carbón vegetal.

CLARITA: se presenta en bandas delgadas a gruesas, bien laminadas, de fractura uniforme y brillo lustroso.

DURITA: es de carbón oscuro, pardo, aspecto mate, carece en general de estratificación.

Del estudio microscópico de los carbones, surgió una subdivisión de los términos anteriores definidos megascópicamente. Los carbones son considerados especies de rocas constituidas por macerales (análogos a los minerales de las rocas carbonosas). Un maceral es una unidad orgánica o fragmento aislado de detrito de una planta o material derivado de ella.

3. GEOLOGIA GENERAL DEL CARBON

3.1. ORIGEN DEL CARBON

3.1.1. Sigue dos líneas evolutivas bien diferenciadas. La clásica representa en su desarrollo la formación de turba, lignito, carbón bituminoso y antracita. Estos son los carbones bandeados. La otra línea constituye los carbones masivos o sapropelíticos.

3.1.2. La primera línea corresponde a los carbones húmicos, formados en ambiente de bosque, fuera del contacto del aire. Intervienen compuestos vegetales representados por litobiolitas, celulosa y lignina. Los primeros son resistentes a su destrucción. La celulosa es fácilmente destruible por la acción bacteriana anaerobia o aerobia. La lignina es resistente a su descomposición pero por pérdida de agua, metanos, anhídrido carbónico, pasa a constituir los distintos tipos de carbones.

Las ligninas son ácidos húmicos, de muy elevado peso molecular, los que por polimerización forman las huminas.

En la turba está presente la celulosa, lignina y litobiolitas. En el lignito, la lignina y litobiolitas. En la hulla o carbón bituminoso y en la antracita están los ácidos húmicos polimerizados y las litobiolitas.

3.1.3. Los carbones sapropelíticos derivan de un limo rico en compuestos orgánicos depositados en cuerpos de agua como lagos, lagunas, albuferas, estuarios, ricos en fito y zooplancton, portadores de grasas y proteínas.

Estos carbones son la valchschita, el gagat (que correspondería al lignito) y el boghead (correspondería a la hulla). Son carbones masivos, sin brillo, livianos, de muy fácil encendido, pero poca importancia económica.

3.2. TIPOS DE YACIMIENTOS

3.2.1. De acuerdo al lugar de acumulación primaria o secundaria de la materia orgánica, se puede clasificar los yacimientos carboníferos en autóctonos y alóctonos.

3.2.2. Yacimientos Autóctonos: Son aquellos, en los cuales los restos plantíferos y el correspondiente manto de carbón, han de encontrarse en el lugar que las plantas crecieron. Se pueden distinguir dos formas de origen:

3.2.2.1. Origen terrestre: La acumulación de restos vegetales no difiere de las asociaciones florísticas del área continental inmediata.

3.2.2.2. Origen acuático: La acumulación se caracteriza por contener restos de plantas acuáticas y algas de agua dulce.

3.2.3. Yacimientos Alóctonos: Las masas vegetales que constituyen el manto de carbón son extrañas al lugar del mismo. Proceden de lugares apartados y han sido transportados y depositados en cualquier parte. Este transporte se ha verificado en las siguientes formas:

3.2.3.1. Por el viento: Influye poco en la formación de mantos de carbón.

3.2.3.2. Por el agua en movimiento en las corrientes de costa (borde de lagos, por ejemplo) y torrentes. En este último caso los restos vegetales suelen depositarse bajo el agua.

3.2.3.3. Por desborde de pantanos y deslizamientos del Terreno.

Como ejemplo típico de yacimientos autóctonos merecen mencionarse los grandes campos carboníferos Paleozoicos y Terciarios del Hemisferio Norte, citando los de Virginia y Pennsylvania en EE.UU., los de Gales y Escocia en Gran Bretaña; y los de Westfalia, Sajonia y el Ruhr en Europa Continental.

Los yacimientos en los grandes campos carboníferos reúnen características esenciales y de generalización mencionándose los siguientes:

- Las capas de carbón tienen amplia distribución areal
- El espesor y los caracteres de yacencia del lecho carbonífero es uniforme sobre áreas extensas.
- No se advierten fósiles acuáticos en el interior del lecho del carbón.
- Faltan en tales mantos, los materiales detríticos.

Se pueden mencionar igualmente: el espesor promedio general de 1 a 3 metros que suelen presentar los mantos de carbón de génesis autóctono y la escasa variación de su calidad, mientras no intervengan otros factores de origen tectónico o fenómenos derivados de la acción del metamorfismo térmico por las intrusiones magmáticas.

El espesor que presentan los mantos de carbón tal como se observan y explotan en la actualidad, representan sólo una parte del que corresponde al total de la materia vegetal acumulada en la cuenca de origen. Se ha llegado a calcular, sobre la base del peso específico, humedad y otros elementos, que un manto de carbón de 1 metro de espesor corresponde a un yacimiento formado de 3 metros de turba, el cual en su comienzo representaba un hacinamiento de materia vegetal de 20 metros de altura.

2.3. Desde el punto de vista Paleogeográfico se distinguen dos tipos de yacimientos carboníferos: Limnicos y Parállicos. Esta clasificación en yacimientos límnicos y parállicos es posible de determinar en base al estudio de facies y contenido paleontológico de los sedimentos que integran una columna completa de la sucesión carbonífera.

Se tiene en cuenta la mayor o menor proximidad del océano con respecto al lugar en que, en determinado momento, tiende a formarse un depósito de carbón.

2.3.1. YACIMIENTOS LIMNICOS: Se originan en el interior de las áreas continentales, lejos de los bordes costeros del mar.

2.3.2. YACIMIENTOS PARALICOS: Se forman en las zonas litorales, en estrecha proximidad con las riberas oceánicas.

Los primeros representan acumulaciones lenticulares de máximo espesor en el centro de la cuenca. En cambio los segundos afectan la forma de "lonjas" o "fajas" que siguen la forma de las costas primitivas. Los yacimientos más grandes son parállicos.

Los yacimientos parállicos son aquellos que presentan una relación de sedimentación cíclica, o sea aquellos depósitos formados en ambientes costaneros sometidos a repetidos movimientos epirogénicos de ascenso del área litoral con respecto al nivel del mar.

Podríamos mencionar los yacimientos mesoparállicos, que son aquellos con la iniciación de un proceso regional de subsidencia. La base formada de sedimentos continentales corresponde a una vieja área, denudada a veces, que entra en brusco descenso. Bajo condiciones de clima y vegetación favorable, las partes deprimidas se rellenan de sedimentos finos y capas de materiales orgánicos de origen vegetal. La continuada subsidencia culmina cuando el borde costanero desciende por debajo del nivel del mar y el mar transgresivo invade la superficie continental con amplitud muy grande.

En los yacimientos mesoparállicos la naturaleza de la deposición está condicionada por una continúa y larga subsidencia, a diferencia de las acumulaciones parállicas que se caracterizan por la breve y reiterada subsidencia.

3.3. ESTRATIGRAFIA DE CARBONES

En todo período geológico en el cual hubo vida vegetal, pueden haberse formado carbones. Así se conocen materiales carbonosos de edad Precámbrica, como la Shungita en el cratón de Karelia (es un extremo intermedio entre antracita y grafito).

La principal época de formación de carbón pertenece al Antracolítico (Carbónico y Pérmico). Durante el mismo se formaron carbones, en su mayoría bituminosos y antracíticos, encontrándose sus principales cuencas en el Hemisferio Norte y representan las áreas de los Apalaches, Gales, Lorena, Ruhr y Donetz.

Los carbones del ciclo eogénico corresponden a depósitos circumpacíficos. Existiendo carbones de otras edades pero de poca importancia.

3.4. CUENCAS MUNDIALES

Cuenca de los Apalaches: es de extraordinaria magnitud, abarca Pennsylvania, Ohio, Maryland y otros estados, en un área de 70.000 millas cuadradas de las cuales el 75% contiene carbón útil. Estos depósitos pertenecen al Missisipiano y al Pensylvaniano. La cuenca afectada en parte por la orogenia de los Apalaches, encierra mantos persistentes de carbón bituminoso y antracita. En el área de Pittsburg los mantos de suave inclinación y a poca profundidad, registran espesores de 1.50 a 2 metros y cubren una superficie de 2.500 millas cuadradas. Siendo su calidad excelente.

Gran Bretaña posee carbón de alta calidad, que va desde carbón bituminoso a antracita, en sus cuencas de Inglaterra, Gales y Escocia.

Alemania posee extensos yacimientos de carbón bituminoso en la región del Ruhr. Sus carbones coquificables, son del período Carbónico, pero afectados por una tectónica que ha creado serios problemas en cuanto a su aprovechamiento por elevados costos.

3.5. CARBONES LATINOAMERICANOS

Brasil dispone de reservas carboníferas neopaleozoicas; las principales existencias de carbones en Colombia, Venezuela y Perú, son de edad cretácica-terciaria. Chile y Argentina preferentemente cuentan con yacimientos de carbón terciario, pertenecientes a tiempos eógenos.

Cada país, según las investigaciones realizadas en sus yacimientos más significativos procederá a ubicar técnicamente el ambiente deposicional que corresponda a cada caso, teniendo en cuenta las condiciones geológicas particulares de América Latina.

4. TECNICAS PRINCIPALES DE EXPLORACION GEOLOGICA, DE PERFORACION Y DE MUESTREO

4.1. EXPLORACION GEOLOGICA

4.1.1. Exploración geológica es el conjunto de actividades desarrolladas para determinar la existencia del carbón y comprobar cuantitativa y cualitativamente su potencial económico.

Para el efecto se deben tener en cuenta los siguientes objetivos:

- Establecimiento de la secuencia estratigráfica del depósito y de su estructura: Determinación del número, espesor, extensión y correlación de cada uno de los mantos de carbón.
- Establecimiento de la secuencia estratigráfica del depósito y de su estructura: Determinación del número, espesor, extensión y correlación de cada uno de los mantos de carbón presentes en el área.
- Definición de la calidad promedio, en diferentes bases, de cada uno de los mantos de carbón.
- Estimación de las reservas técnicas y económicamente recuperables.
- Investigación de las condiciones geotécnicas e hidrológicas del yacimiento.
- Determinación de los límites y parágrafos de minería.

4.1.2. Un programa de exploración razonable, consta de tres etapas:

- Estudios geológicos de superficie
- Geología del subsuelo
- Perforaciones

4.1.3. ESTUDIOS GEOLOGICOS DE SUPERFICIE Consisten en la investigación de las áreas a explorar, a fin de lograr una delimitación de las zonas de interés. En el desarrollo de esta primera etapa se efectúan las siguientes actividades mínimas:

- Restitución topográfica
- Fotointerpretación
- Cartografía geológica (escala según el área)
- Ejecución de trincheras, apiques, túneles, etc.
- Realización de mapas básicos de drenaje
- Muestreo de rocas
- Análisis químicos
- Análisis petrográfico
- Confección de un mapa geológico preliminar
- Levantamiento topográfico en las áreas de interés
- Mapa geológico final de detalle

4.1.4. GEOLOGIA DEL SUBSUELO:

- Topografía detallada
- Cartografía geológica detallada
- Diseño de la red de perforación y ubicación de túneles
- Ejecución de perforación en sistemas combinado con y sin recuperación de núcleos registrados eléctricamente
- Construcción de túneles
 - Programación y ejecución de actividades geofísicas complementarias (sísmica de alta resolución)
 - Obtención de información Hidrológica y Geotécnica
 - Informe Final.

4.1.5. ESTUDIOS GEOLOGICOS MEDIANTE PERFORACIONES

A través de la realización de sondeos se puede llegar a comprobar las evidencias efectuadas en el desarrollo de las investigaciones geológicas superficiales y las de prospección geofísica.

Contando con el mapa geológico, los datos de prospección geofísica y los de las perforaciones, se puede llegar a la delimitación y evaluación de un yacimiento determinado.

4.2. TECNICAS DE PERFORACION Y REGISTRO

4.2.1. PERFORACION DIAMANTINA

Permite el control geológico de estructuras, el conocimiento litológico, el buzamiento, espesor y continuidad de los estratos. El porcentaje de recuperación debe ser de 80% como mínimo. Se recomienda utilizar el sistema "Wire Line". La principal ventaja de este método es el de permitir la obtención de núcleos para su posterior análisis.

4.2.2. PERFORACIONES ROTATORIAS SIN NUCLEO

Este sistema es más económico y rápido.

La identificación de los carbonos y demás estratos depende del examen megascópico de los ripios, por lo cual se requiere la supervisión continua de geólogos experimentados. Se aconseja para certificar los resultados, utilizar técnicas de registros electrográficos (gamma, resistividad, potencial espontáneo y densidad) para una buena identificación, correlación y medida de los mantos de carbón y demás estratos.

4.3. TECNICAS DEL MUESTREO

4.3.1. La toma de muestras con diferentes fines debe tener un marcado énfasis dentro de todo programa de exploración, teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

- Asegurar que la muestra tomada sea fresca
- Que sea suficientemente representativa
- Garantizar la adecuada protección durante el manipuleo.

4.3.2. MUESTREO DE NUCLEOS DE CARBON:

Se tomará en cuenta las siguientes instrucciones y recomendaciones:

- Los geólogos de campo serán los responsables de las medidas y descripciones de los núcleos. La descripción del núcleo, el muestreo, el manipuleo y empaque deberá hacerse tan rápido como sea posible, minimizando así las pérdidas por humedad.
- Se muestrearán los núcleos del carbón con recuperación de 80% o más, en casos especiales, a la discreción del geólogo supervisor.
- Todos los núcleos muestreados consistirán de el total de espesor y diámetro del corazón y no podrán ser partidos ni reducidos (no habrá muestra testigo). Las muestras de carbón podrán ser entre un metro de longitud sin exceder de los tres metros. Los mantos se podrán muestrear en segmentos de más o menos igual longitud cuando se hallen separados por intercalaciones (estériles).

Los carbones que contienen intercalaciones (estériles) deberán ser analizados así:

- Cuando las intercalaciones son menores de 15 cm. podrán ser analizadas con el carbón.
- Cuando las intercalaciones son mayores de 15 cm. pero menores de 60 cm. se podrán analizar separadamente.
- Cuando las intercalaciones sean mayores de 60 cm. no necesitarán ser analizadas. Sin embargo, los 15 cm. del techo y del piso de la intercalación deberán ser retenidos para futuros análisis.
- Aproximadamente 15 cm. del techo y base de cada manto de carbón deberán ser también retenidos para futuras mezclas con las correspondientes muestras de respaldos de piso y techo del mismo manto.

Todas las muestras, pero en especial la de los segmentos de carbón, deberán ser empacadas y selladas, con sus correspondientes etiquetas, en plástico y el tiempo entre la colección de la muestra y el envío al laboratorio deberá reducirse al mínimo.

5. METODOLOGIA OLADE

5. EXPLORACION

5.1. Exploración para países que no tienen información

5.1.1. Recopilación de información sobre la existencia de manifestaciones carboníferas en el país.

5.1.2. Ubicación de las manifestaciones existentes en el terreno (Verificación de campo).

5.1.3. Reconocimiento geológico preliminar, de cada área, a fin de seleccionar en aquellas que ofrezcan a primera vista mejores perspectivas.

5.1.4. Muestreo preliminar de los afloramientos para realizar los análisis inmediatos o primarios respectivos.

5.1.5. Procesamiento y evaluación de la información de los puntos 3 y 4.

Si la información anterior es positiva, se procederá a realizar los trabajos que prosiguen:

5.1.6. Levantamiento topográfico o cartografía de las áreas (según conveniencia de cada país), en escalas adecuadas.

5.1.7. Levantamiento geológico de superficie, sistemático, para estudiar las formaciones que contienen los niveles carboníferos.

5.1.8. Levantamientos geológicos superficiales, detallados, en áreas de interés con preparación de cortes geológicos, columnas estratigráficas, etc.

5.1.9. Limpieza de afloramientos, apertura de trincheras, ejecución de pequeñas labores mineras de exploración y perforaciones exploratorias preliminares.

5.1.10. Evaluación de reservas indicadas y calidades.

Si la evaluación de la información obtenida es positiva, se justifica lo siguiente:

5.1.11. Topografía detallada

5.1.12. Desarrollo de un programa de perforación para la evaluación de reservas mineras.

5.1.13. Programación y ejecución de sondeos de exploración, ubicados convenientemente de acuerdo a las condiciones geológicas con y sin recuperación de testigos, registrado eléctricamente, para determinar la continuidad del depósito en el subsuelo.

5.1.14. Desarrollo de un programa de perforación para la evaluación de reservas mineras.

5.1.15. Programación y desarrollo de laboreos mineros, tales como galerías y cruceros, para comprobar las condiciones de yacencia de los depósitos y así, en esta forma, cubicar reservas y determinar el probable potencial del mismo.

5.1.16. Opcionalmente utilizar métodos geofísicos para la optimización de las características geológicas.

5.1.17. Muestreo denso y determinación de calidades

5.1.18. Investigaciones preliminares de geotécnica e hidrología

5.2. PAISÉS QUE TIENEN CUENCAS CARBONIFERAS UBICADAS

Se asume que estos países cuentan con estudios geológicos y cartográficos que definen la presencia de reservas inferidas con un cierto conocimiento del potencial del depósito.

5.2.1. Realización de un nuevo levantamiento geológico al detalle, si se considera necesario.

5.2.2. Perforaciones complementarias.

5.2.3. Programación y desarrollo de labores mineras, para comprobar las condiciones de yacencia de los depósitos, cubicar reservas y determinar el probable potencial.

5.2.4. Muestreo sistemático de las diferentes labores mineras y de los mantos de carbón (si hubiese varios), para determinar la calidad del mismo.

5.2.5. Llevar a cabo simultáneamente con el punto anterior, un programa de muestreo especial para realizar pruebas metalúrgicas (hinchamiento, aglomeración, pruebas de tambor, etc.), y calorimétricas.

5.2.6. Preparar un informe final que incluya planos geológicos y de muestreo, planos estructurales, isopacos, secciones geológicas, reservas, etc; con un escrito que indique todo el trabajo llevado a cabo y la información obtenida para cada manto.

5.3. PAISES EN PRODUCCION

5.3.1. Llevar un registro continuo y detallado de toda la información que se obtenga de las labores mineras y realizadas para la producción (archivos, informes y planos).

5.3.2. Realizar, periódicamente, nuevos programas de explotación y desarrollo para cubicar nuevas reservas que reemplacen a las ya minadas y buscar nuevos tipos de carbón aprovechable.

5.3.3. Impulsar e incrementar la exploración, en tal forma que se disminuya las reservas inferidas hasta llegar a determinar reservas medidas.

5.3.4. Preparar programas y grupos de entrenamiento que puedan transmitir su tecnología a países que no lo posean.

5.4. La Implementación de los tres Programas precedentes, comprenderá principalmente los siguientes aspectos:

5.4.1. La realización de los trabajos anteriores a la cubicación de reservas, que no impliquen altos costos deberán ser asumidos por los países.

5.4.2. La realización de las etapas subsiguientes que pueden financiarse con recursos propios, de cada país, o en asocio de capital privado nacional o extranjero.

5.4.3. La utilización de tecnologías modernas dadas con los últimos adelantos en la exploración son accesibles, abrevian tiempos de realización de programas y evitan costos innecesarios.

5.4.4. La formación de los recursos humanos merecen una especial consideración. En esta materia la experiencia y las actividades de los países productores de la región pueden ser aprovechadas a través de la coordinación de OLADE.

5.5. CARBON PARA LA GENERACION DE LA ENERGIA ELECTRICA

5.5.1. Para la generación de la energía eléctrica en los países productores de carbón, miembros de la OLADE, con grandes y suficientes recursos hidroeléctricos, deben atenderse las siguientes consideraciones:

- a. Tomar en cuenta el montaje de térmicas tiene alta demanda de agua para calderas y refrigeración, lo que implica que debe definirse su provisión con antelación a la instalación de las plantas.
- b. Elección de áreas de posible localización de plantas carboquímicas que puedan ser abastecidas en forma racional, con carbones térmicos del respectivo país, para lo cual se recomienda el estudio de minas abandonadas, yacimientos no explotados y aún en donde sólo existan evidencias geológicas de la presencia del carbón, mediante estudios de factibilidad técnico-económica.
- c. El suministro racional del combustible de los carboeléctricos a instalarse deberá tomar en cuenta las siguientes premisas:
 - Localización de las plantas a distancias racionales condicionadas al montaje de sistemas de transporte continuo (cablecarril, cintas transportadoras, carboconductos).
 - Localización de las plantas cerca de las vías férreas en operación o parcialmente fuera de servicio cuya construcción y puesta en operación es posible técnica y económicamente siempre que sean las mismas que conectan las áreas carboníferas.
- d. Propender para que las plantas que se operan a base de petróleo o sus derivados puedan ser adecuadas para su operación a base de carbón.
- e. Evaluar alternativas en la localización de las plantas carboeléctricas de punta o pico diseñadas tomando en consideración factores tales como:
 - Necesidad de contar con las cantidades apreciables de energía eléctrica durante la construcción de las hidroeléctricas en caso de fuertes demandas prematuras pudiendo posteriormente compensar, fuera de servicio las horas pico o punta.
 - Complementación de las redes nacionales para absorber pérdidas en transmisión de energía eléctrica provenientes de las instalaciones hidroeléctricas.

5.5.2. En el mercado interno del carbón para la generación de energía eléctrica en los Países Miembros de OLADE, productores de carbón sin suficientes recursos hidroeléctricos, deben atenderse las siguientes consideraciones:

- a. Un cuidadoso análisis del crecimiento de la demanda de la energía eléctrica hasta el período de implementación de las fuentes energéticas no convencionales para la generación de energía eléctrica.
- b. Definición de las áreas para la ubicación óptima de las plantas termoeléctricas con base a carbón para cubrir la demanda determinada en el ítem a. tomado en cuenta la operación de las plantas eléctricas ya existentes.
- c. Evaluación de los recursos hídricos existentes en las áreas seleccionadas en las cantidades y calidades necesarias para la operación de las calderas y sistemas de refrigeración de las plantas termoeléctricas.
- d. Estudios de ubicación de las plantas que operen con un suministro racional, técnico y económico de carbón, provenientes de los yacimientos presentes en los respectivos países.
- e. Estudios de suministro del combustible a las plantas tomando en consideración las mismas premisas señaladas en el ítem 5.5.1. c.
- f. La selección y evaluación técnica de las plantas termoeléctricas existentes con base al petróleo y/o sus derivados, con miras a decidir sobre su adecuación al sistema de combustión por carbón.
- g. Evaluación optimizada de la localización de las plantas termoeléctricas, bajo el aspecto de su directa vinculación con los yacimientos carboníferos (alternativa de planificar los complejos mineros energéticos con un solo organismo técnico, administrativo y financiero).

5.5.3. Para la planificación subregional de la balanza de la demanda de las reservas de carbón térmico, en el marco de OLADE, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- a. Elección de subregiones, basadas en las posibilidades de transporte marítimo, marítimo fluvial, ferroviario y/o carretero, de las cantidades industriales de carbón térmico a las distancias racionales desde los yacimientos carboníferos. Como ejemplo de esta elección se podría citar la siguiente división sub-regional:
 - Sub-región Caribe
 - Sub-región Costa del Pacífico de Sur América
 - Sub-región Costa del Atlántico de Sur América
 - Sub-región de México y América Central
 - Sub-región del Río Amazonas y Orinoco
- b. Balanza de la demanda y evaluación de las potencialidades de reservas de carbón térmico en las respectivas sub-regiones.
- c. Análisis de las posibilidades de transportar el carbón térmico por el sistema "péndulo", con el propósito de conjugarlo con el transporte de otros materiales a granel, cuyas características se asemejan al carbón.
- d. Estudios de todos los aspectos de infraestructura técnica y social indispensable para la implementación de los sistemas de transporte de grandes volúmenes de carbones térmicos.

5.5.4. Para el caso de selección de los yacimientos de carbón térmico para fines de abastecimiento de las plantas termoeléctricas programadas, deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

- a. Cuantificación de las disponibilidades de los yacimientos de carbón térmico presentes en los Países Miembros de la OLADE, con miras a cubrir la futura demanda de combustible por parte de las plantas termoeléctricas programadas. Se debe considerar el mayor número de yacimientos que resulte del análisis de la balanza de demanda, debido a la necesidad de escoger en el proceso de optimización las reservas más convenientes desde el punto de vista cuantitativo-cualitativo y la incrementación de un adecuado nivel técnico de la extracción del recurso carbonífero.
- b. La evaluación cualitativa debe ser basada en las siguientes premisas:
 - Características innatas del recurso (poder calorífico, contenido de cenizas, azufre: índice de hinchamiento y otros análisis específicos requeridos para cada caso.
 - Posibilidades de la fácil eliminación y/o disminución de las contaminaciones, mediante procesos o métodos racionales desde el punto de vista técnico económico.
 - Posibilidades del uso alternativo del recurso para otros fines industriales (ejemplo, carboquímica), teniendo en cuenta el potencial del mercado internacional para los derivados del carbón.
 - Posibilidad de aprovechamiento (dependiendo de sus características físicas y químicas) de sub-productos de fácil obtención, (como cenizas, negro de humo, etc.) durante el mismo proceso de generación de energía eléctrica.

Identificación y evaluación de las condiciones geológicomineras, basadas en el procesamiento de la información que conllevaría a la definición de una o más hipótesis conceptuales para la planificación del desarrollo de las instalaciones mineras y energéticas en su fase de preinversiones (prospección, exploración, estudios a nivel de factibilidad) y la de inversiones (ingeniería de diseño, construcción).

y energéticas en su fase de preinversiones (prospección, exploración, estudios a nivel de factibilidad) y la de inversiones (ingeniería de diseño, construcción).

- d. Análisis de la rentabilidad de los respectivos yacimientos en consideración para la generación de energía eléctrica, tomando en cuenta las calidades del carbón, gastos de inversión, costos de operación, transporte de combustible, infraestructura necesaria, etc.
- e. Con el propósito de crear complejos mineros energéticos en una sola unidad operativa, en el campo de la producción de combustible, transporte y generación de energía eléctrica, se recomienda estudiar la interrelación de los yacimientos con respecto a las plantas eléctricas programadas con base a petróleo y a su adecuación a carbón.
- f. Se debe estudiar la relación de los yacimientos, en su totalidad o en parte a los puertos carboneros existentes o programados, con el fin de crear una sola unidad operativa para la producción y explotación del carbón térmico. Se debe también planificar el desarrollo de cabotaje como un sistema de transporte de carbón y desde varios yacimientos, tanto para las plantas termoeléctricas y otros como para la exportación.
- g. Coordinación de una política mancomunada, entre los Países Miembros de OLADE, de todos los programas de preinversión e inversión y con miras a llegar a un mayor ahorro de tiempo y dinero durante la realización de los programas, a fin de evitar la duplicidad de trabajo y aprovechar las experiencias en zonas más avanzadas en los estudios y operaciones correspondientes.
- h. Ampliar la cobertura del centro de información de OLADE a tal punto que se garantice que se tendrá a disposición la información básica en el curso del desarrollo de los programas propuestos.

5.6. TURBAS

5.6.1. En algunos países y de manera especial en el Brasil, se desarrolla un extenso programa de exploración para la localización y evaluación de yacimientos de turbas, teniendo en cuenta el programa de diversificación de las fuentes alternativas de energía y su regionalización.

Las reservas estimadas en este país son del orden de las 44.782.000.000 t.

En Argentina se interrumpieron las exploraciones de turba en 1960.

El 99% de las reservas se encuentran localizadas en Tierra de Fuego y son del orden de 100 millones de toneladas de turba seca.

5.6.2. De acuerdo con el tipo de turbas serían utilizadas en Agricultura, combustibles de quema directa y productos diversos.

5.6.3. En general las turbas brasileras son de bajo tenor de carbón, sin embargo dada la situación energética resultan aprovechables.

5.7. ASPECTOS GENERALES DE DESARROLLO DE LA MINERIA DEL CARBON

5.7.1. Medios preventivos contra el aprovechamiento inadecuado de los yacimientos carboníferos.

5.7.2. Enriquecer y ampliar las disposiciones y normas técnicas vigentes en los Países Miembros de la OLADE con el uso parcial de las normas de otros países que permitan proteger los yacimientos carboníferos de un aprovechamiento indebido en el aspecto técnico, tal como la explotación de la parte de las reservas que tengan un mayor valor comercial, sin que se hayan protegido debidamente las restantes.

5.7.3. Coordinar la elaboración de normas de protección del medio ambiente, con base a las disposiciones y normas vigentes en los países de la OLADE y/o con aprovechamiento de las mismas que en otros países o usando sus propias disposiciones y normas tanto para minería subterránea como a cielo abierto.

5.8. Para la capacitación y preparación del personal y aspectos de seguridad e higiene de trabajo, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- a. Basándose en la experiencia de algunos Países Miembros de la OLADE y de otros países con una desarrollada minería de carbón, elaborar los programas típicos y los manuales de capacitación y preparación del personal para minas, a todos los niveles de enseñanza y recomendar su implementación en los países de la organización.
- b. Con base a las mismas premisas mencionadas en el ítem 5.8. a. elaborar los programas de perfeccionamiento del personal minero ya activo, especialmente en el campo de la implementación de nuevas técnicas y tecnologías mineras.
- c. Recomendar a los Países Miembros de la OLADE la conveniencia de organizar las prácticas y cursos especializados del personal para minas, en los países que poseen una desarrollada industria carbonífera, tanto dentro de la organización como en otros países.
- d. Identificar las Instituciones de Educación Superior de los Países Miembros de la OLADE, con el fin de organizar los cursos de especialización y postgrado en el campo del carbón y de los de capacitación establecidos en otros niveles para la preparación del personal técnico y de los obreros de esta clase de minería.
- e. Elaboración de las normas típicas y ejemplares de seguridad e higiene de trabajo en las minas de carbón, aprovechando la asesoría, experiencia y adaptación de las normas elaboradas e implementadas por los países desarrollados en el campo de la minería carbonífera. Recomendar la implementación de las normas así elaboradas para el uso por parte de los Países Miembros de la OLADE.

5.9. Análisis y estudio de los avances tecnológicos tendientes a la ampliación y diversificación futura de los procesos de beneficios de los usos industriales de los carbones, especialmente los referidos a gasificación, conversión a petróleo y carboquímica. Para los países cuyos programas incluyen producción de gas de carbono y en procesos industriales de combustión directa de carbón, todas las recomendaciones contenidas en el ítem correspondiente al punto 5.5.4. son igualmente aplicables.

5.10. PERSONAL

5.1.10. El personal mínimo para desarrollar las actividades exploratorias puede ser el siguiente:

- Recopilación de información geológica, 3 personas para:
 - Búsqueda de informes geológicos
 - Recopilación de planos topográficos y geológicos.
 - Ubicación de fotografías aéreas
- Reconocimiento geológico preliminar:
 - 3 geólogos
 - 3 ayudantes de campaña
 - 3 choferes y otros
- Muestreos y ensayos:

- 1 geólogo supervisor del muestreo
- 6 muestreros
- Apoyo de laboratorio de análisis
- Proceso y evaluación de la información:
 - Geólogo especialista (preparación informe)
- Levantamiento topográfico y geológico:
 - 3 geólogos
 - 3 portamiras
 - 3 ayudantes de campaña y 3 muestreros
 - 3 choferes y 3 cocineros
 - Ejecución de trincheras y pozos
 - 4 hombres
- Perforaciones:
 - 3 máquinas con 3 técnicos supervisores
 - 3 perforistas
 - 9 ayudantes
 - 3 choferes

5.10.2. La administración del proyecto tomará una estructuración mínima de carácter fundamentalmente técnico que estaría compuesta por:

- 1 jefe de proyecto
- 1 coordinador general (sub-jefe)
- 3 supervisores de campo
- 3 a 4 geólogos
- 1 a 2 consultores y/o evaluadores del proyecto (ingenieros, economistas u otros especialistas).

El personal de los servicios de laboratorio de análisis y caracterización del carbón así como los de apoyo administrativo y técnico estará determinado según la intensidad exploratoria desarrollada en cada país.

En el caso de no contar con los mencionados laboratorios las muestras pueden ser analizadas por los supervisores públicos o privados especializados en esta materia.

5.11. EQUIPOS

5.11.1. El mínimo de equipos necesarios requeridos para esta exploración será:

- de levantamiento topográfico
- de levantamiento geológico
- de campamento
- de transporte, y:
- de perforación de diamante

El equipo de perforación de diamante se usará en la última etapa del proyecto y generalmente se contrata con compañías especializadas.

5.12. COSTOS APROXIMADOS DEL PROGRAMA EXPLORATORIO PRELIMINAR DE CARBÓN PARA UN MÓDULO DE 50 KM².

5.12.1. Etapas de Exploración con sus actividades

Para la elaboración de este programa se ha considerado la exploración preliminar compuesta por 2 etapas. La primera se relaciona con el inventario de la información y la segunda comprende la geología de superficie. A continuación se detallan las actividades correspondientes a estas etapas:

5.12.2. Etapa 1. Inventario de Información (4 meses)

Actividades:

1. Recopilación de información geológica y sobre manifestaciones de carbón en el país. Análisis y clasificación recopilada y selección de áreas a verificar.
Consecución de mapas topográficos y geológicos y de fotografías aéreas.
Tiempo previsto de esta actividad: 2 meses.
2. Reconocimiento geológico preliminar. Comprende labores de estapes, trincheras, toma de muestras, análisis químicos inmediatos.
Informe de Progreso definiendo confirmación o no de los estudios en el área seleccionada.
Tiempo previsto de esta actividad: 2 meses.

5.12.3. Etapa 2. Geología de superficie

Actividades:

1. Restitución Topográfica. Se requiere en áreas para las que se cuenta con mapas topográficos o fotos aéreas.
La restitución se hace en escala 1 : 25.000. Tiempo: 3 meses.
2. Fotointerpretación. Tiempo requerido: 1 mes.
3. Cartografía geológica detallada para las áreas de interés. Esta actividad se desarrolla simultáneamente con las que se describen a continuación.
Tiempo requerido: 4 meses.
4. Ejecución de trincheras y túneles para obtener muestras frescas y apoyar la labor de cartografía.
Tiempo requerido: 3 meses.
5. Perforación exploratoria preliminar (opcional). Esta actividad se hace necesaria en los casos de escasez de afloramiento, para tomar muestras y obtener información de la continuidad de los mantos. Estas perforaciones se ejecutan con y sin recuperación de núcleo, estas últimas con registros eléctricos de resistividad, gama, densidad y S.P.
Tiempo requerido: 2 meses.
6. Análisis de muestras. Comprende el tiempo transcurrido desde la toma y envío a laboratorio de las muestras hasta la obtención de los resultados analíticos.
Tiempo requerido: 4 meses.
7. Elaboración del informe de la etapa que contenga:
 - Geología general del área investigada.
 - Número y espesor de los mantos de carbón, así como la extensión y su calidad.
 - Cálculo de reservas indicadas e inferidas
 - Posibilidades y restricciones del depósito y selección de las áreas más prometedoras
 - Estimativo de costos para continuar con la etapa de investigación subsiguiente, si esta se justifica.

El resultado y la evaluación de la información obtenida en esta etapa constituye la prefactibilidad geológica, la cual servirá para definir la conveniencia de proseguir con etapas más avanzadas. Así mismo es el soporte básico en la programación y búsqueda de financiamiento de esas etapas.

5.12.4. Resumen de costos del programa exploratorio

ETAPA I

1. Recopilación y análisis de la información existente	U.S.S/. 30.000
2. Reconocimiento de campo preliminar, verificación-información geológica, trincheras, etc., evaluación y preparación del informe etapa I	48.000
Costo total Etapa I	<u>U.S.S/. 78.000</u>

ETAPA II

1. Restitución topográfica 1 : 25.000 (opcional)	U.S.S/. 60.000
2. Fotointerpretación	22.600
3. Cartografía geológica 1 : 25.000	149.900
4. Ejecución de trincheras, túneles y apiques	9.800
5. Perforaciones exploratorias	256.450
6. Análisis físicos, químicos y petrográficos	46.500
7. Preparación informe Etapa II	22.600
Costo Total Etapa II	<u>U.S.S/. 567.850</u>

OTROS COSTOS DEL PROGRAMA EXPLORATORIO

1. Personal de soporte	U.S.S/. 9.000
2. Materiales y suministros	40.000
Total otros costos	<u>U.S.S/. 49.000</u>

Costo total programa exploratorio	U.S.S/. 694.850
Overhead 5%	34.742
Imprevistos 15%	109.439

COSTO TOTAL U.S.S/. 839.031

5.12.5. ETAPA I - INVENTARIO DE LA INFORMACION

1. Recopilación y análisis de la información existente:	
— Tiempo empleado: 2 meses	
— Recursos humanos: 6 meses/geólogo	
Trabajo de 3 geólogos - tiempo completo	
— Recursos humanos: U.S.\$ 2.000 x 2.6 x 6 = U.S.\$ 30.000	
COSTO	U.S.S/. 30.000

2. Reconocimiento de campo preliminar, verificación de la información geológica, trabajos de campo: destapes, trincheras, muestras preliminares y análisis, evaluación y preparación del Informe Etapa I.

- Tiempo empleado: 2 meses
- Recursos humanos: 6 meses/geólogo
 - 4 meses/geólogo campo
 - 2 meses/geólogo oficina
 - 3 meses/conductor
 - 1.5 meses/auxiliar de campo
 - 6 meses/obrero
- Trabajo de 3 geólogos tiempo completo
- Trabajo de 2 conductores
- Trabajo de un auxiliar de campo
- Trabajo de 5 obreros
- Equipo: 2 vehículos, (US.\$ 1.000/mes - vehículo).
- Análisis próximos de muestras de carbón: 1 muestra por Km² = 50 muestras.
Costo de cada análisis próximo US.\$ 45,00.
- Recursos financieros:

US.\$ 2.000 x 2.5 x 6	= US.\$ 30.000	Salario - Geólogos.
US.\$ 1.800 x 4	= US.\$ 7.200	Viáticos - geólogos.
US.\$ 300 x 3	= US.\$ 900	Salario - Conductor.
US.\$ 600 x 3	= US.\$ 1.800	Viáticos - conductor
US.\$ 350 x 1.5	= US.\$ 525	Salario Auxiliar de campo
US.\$ 750 x 1.5	= US.\$ 1.125	viáticos - Auxiliar de Campo
US.\$ 200 x 6	= US.\$ 1.200	Salario - obreros.
US.\$ 1.000 x 2 x 1.5	= US.\$ 3.000	vehículos - arriendo.
US.\$ 45 x 50	= US.\$ 2.250	Análisis inmediato de muestras.

Costo Total US.\$ 48.000

5.12.6. ETAPA II - GEOLOGIA DE SUPERFICIE

1. Restitución topográfica 1 : 25.000 (opcional).
 - Tiempo empleado: 3 meses, puede hacerse antes de concluir la Etapa I.
 - Trabajo subcontratado con una firma independiente. Costo para 50 Km²: US.\$ 60.000.
2. Fotointerpretación
 - Tiempo empleado: 1 MES.
 - Recursos humanos: 1 mes/topógrafo.
 - Recursos financieros solo esta actividad: US.\$ 2.000 x 2.5 = US.\$ 5.000.
No obstante, se requiere continuar pagando a los geólogos, conductores y vehículos, en el tiempo empleado para preparación informe Etapa I.
 - US.\$ 2.000 x 2.5 X 3 = US.\$ 15.000 Salario geólogos.
 - US.\$ 300 x 2 = US.\$ 600 Salario conductores.
 - US.\$ 1.000 x 2 = US.\$ 2.000 Vehículos (arriendo - mantenimiento).

Costo Total US.\$ 22.600
3. Cartografía geológica 1 : 25.000
 - Tiempo empleado : 4 MESES DISCONTINUOS
 - 3 meses campo
 - 1 mes oficina
 - Recursos humanos: 14 meses/geólogo campo
 - 8 meses/geólogo oficina
 - 6 meses/conductor
 - 3 meses/auxiliar de campo

— Equipo: 2 vehículos - 3 meses.

— Recursos financieros:

— US.\$ 2.000 x 2.5 x 22 = US.\$ 110.000 Salarios - Geólogos.
— US.\$ 1.800 x 14 = US.\$ 25.200 Viáticos - Geólogos.
— US.\$ 300 x 6 = US.\$ 1.800 Salario conductores.
— US.\$ 600 x 6 = US.\$ 3.600 Viáticos conductores.
— US.\$ 350 x 3 = US.\$ 1.050 Salario Auxiliar de campo.
— US.\$ 750 x 3 = US.\$ 2.250 Viáticos Auxiliar de campo.
— US.\$ 1.000 x 2 x 3 = US.\$ 6.000 2 vehículos - 3 meses
COSTO TOTAL US.\$ 149.900,00

4. Ejecución de trinchera, túneles, apiques:

— Tiempo empleado: 3 meses.

— Recursos humanos: 36 meses/obrero.
12 obreros

2 meses/conductor

Equipo: 2 vehículos, 1 mes

— Recursos financieros:

— US.\$ 200 x 36 = US.\$ 7.200 Salario - obreros.
— US.\$ 300 x 2 = US.\$ 600 Salario - conductores.
— US.\$ 1.000 x 2 = US.\$ 2.000 un vehículo un mes.

5. PERFORACIONES EXPLORATORIAS, PRELIMINARES:

— Tiempo empleado: 2 meses.

— Trabajo de perforaciones subcontratado de las siguientes características:

— 10 pozos exploratorios, 1 pozo cada 5 Km²

— Profundidad promedio por pozo: 300 mts.

— Metros de perforación: 3.000 mts.

— Perforaciones corazonadas: 30%

— Perforaciones sin núcleo: 70%

— Costo metro perforación corazonada, todo costo:

US.\$ 200 /metro

— Costo metro perforación sin núcleo :

US.\$ 20 /metro

— Costo metro registros electrográficos :

US.\$ 0.50/metro

— Costo alquiler 1 mes equipo de registros :

US.\$ 10.000 /mes

— Recursos humanos adicionales:

— 2 meses/geólogo campo

4 meses/conductor

2 meses/auxiliar de campo

— Equipo: 2 vehículos, 2 meses

— Recursos financieros:

— Costo perforaciones:

— Corazonadas, 900 mts :

US.\$ 180.000.00

— Sin núcleo, 2.100 mts. :

US.\$ 42.000.00

— Costo equipo registro :

US.\$ 10.000.00

— Costo registro metro :

US.\$ 1.050.00

COSTO TOTAL PERFORACIONES SUBCONTRATADAS:

US.\$ 233.050.00

- Costo personal adicional y vehículos
- US.\$ 2.000 x 2.5 x 2 = US.\$ 10.000.00 Salario - geólogos
- US.\$ 1.800 x 2 = US.\$ 3.600.00 Viáticos - geólogos
- US.\$ 300 x 4 = US.\$ 1.200.00 Salario - conductores
- US.\$ 600 x 4 = US.\$ 2.400.00 Viáticos - conductores
- US.\$ 350 x 2 = US.\$ 700.00 Salario - auxiliar de campo
- US.\$ 750 x 2 = US.\$ 1.500.00 Viáticos - auxiliar de campo
- US.\$ 1.000 x 2x2 = US.\$ 4.000.00 2 vehículos, 2 meses

COSTO TOTAL US.\$ 23.400.00

COSTO TOTAL US.\$ 233.050.00
US.\$ 23.400.00

COSTO TOTAL US.\$ 256.450.00

6. ANALISIS FISICOS, QUIMICOS Y PETROGRAFICOS DE LAS MUESTRAS

- Tiempo empleado: 3 meses
- 4 muestras por Km² = 200 muestras
 - 50% análisis completo: 100 muestras
 - 50% análisis próximo : 100 muestras

- 20 muestras para análisis petrográficos
- Costo muestra análisis completo

US.\$ 380

- Costo muestra análisis próximo
- Costo por muestras análisis petrográfico

US.\$ 45
 US.\$ 200

- Recursos financieros:

- US.\$ 380 x 100 = US.\$ 38.000.00 Análisis completo
- US.\$ 45 x 100 = US.\$ 4.500.00 Análisis próximo
- US.\$ 200 x 20 = US.\$ 4.000.00 Análisis petrográfico

COSTO TOTAL US.\$ 46.500.00

7. PREPARACION INFORME ETAPA II

- Tiempo empleado : 1 mes
- Recursos humanos : 4 meses/geólogo
2 meses/conductor
- Equipo: 2 vehículos, 1 mes
- Recursos financieros:
 - US.\$ 2.000 x 2.5 x 4 = US.\$ 20.000.00 Salario - geólogos
 - US.\$ 300 x 2 = US.\$ 600.00 Salario - conductores
 - US.\$ 1.000 x 2 = US.\$ 2.000.00 2 vehículos, 1 mes

COSTO TOTAL US.\$ 22.600.00

5.12.7. OTROS COSTOS DEL PROGRAMA

A. PERSONAL DE SOPORTE DURANTE TODO EL PROGRAMA EXPLORATORIO

- 6 meses/topógrafo
- 6 meses/secretaria
- 6 meses/dibujante

COSTO TOTAL:

- US.\$ 500 x 6 = US.\$ 3.000.00 Salario - topógrafo
- US.\$ 400 x 6 = US.\$ 2.400.00 Salario - secretaria
- US.\$ 600 x 6 = US.\$ 3.600.00 Salario - dibujante

COSTO TOTAL US.\$ 9.000.000.00

B. MATERIALES Y SUMINISTROS PARA TODO EL PROGRAMA

— COSTO TOTAL US.\$ 40.000.00

5.12.8. CONSIDERACIONES Y SUPUESTOS

— Remuneración geólogos incluido prestaciones sociales

- Geólogo I = US.\$ 2.500/mes
- Geólogo II : US.\$2.000/mes
- Geólogo III: US.\$ 1.500/mes

Para facilidad de cálculo promedio US.\$ 2.000/mes. Esta cifra es considerada en el caso que haya disponibilidad de geólogos a nivel nacional.

Se consideró un factor de 2.5 para calcular el caso cuando no existe disponibilidad nacional de geólogos calificados. Remuneración básica US.\$ 5.000/mes.

— Viáticos geólogos: US.\$ 60 diarios, US.\$ 1.800/ mes para labor de campo unicamente.

— Salarios personal no profesional, incluido prestaciones.

- Conductor US.\$ 300/mes
- Auxiliar de campo US.\$ 350/mes
- Obreros US.\$ 200/mes
- Secretarias US.\$ 400/mes
- Topógrafo US.\$ 500/mes
- Dibujante US.\$ 600/mes

— Viáticos personal no profesional para labor de campo

- Conductor US.\$ 20/día, US.\$600/mes
- Auxiliar de campo US.\$ 25/día, US.\$ 750/mes

— Se emplean 2 vehículos para desarrollar el programa durante 10 meses. Costo arriendo y mantenimiento US.\$ 1.000/mes cada uno.

— Costo de análisis de muestras de laboratorio para análisis próximos o inmediatos, incluido transporte:

US.\$ 45/muestra

— Costo de análisis de muestras de laboratorio para análisis completos (próximos, últimos, mineralógicos, cenizas, etc.) incluido transporte: US.\$ 380/mes.

— Costo perforaciones corazonadas, incluido todo costo US.\$ 200/metro

— Costo perforaciones sin núcleo, incluido todo costo US.\$ 20/mes.

— Costo equipo de registros eléctricos, alquiler por un mes US.\$ 10.000.

— Costo de los registros eléctricos (densidad, gamma, resistividad, ray, potencial espontáneo): US.\$ 0.50/metro.

5.12.9 Los cálculos en dólares se realizan al valor presente (24 de abril de 1981)

6. LISTA DE PARTICIPANTES

GRUPO ASESOR SOBRE CARBON

Bogota, Colombia
20-24 de abril de 1981

ASESORES

- | | |
|---------------------------|-----------|
| 1. Dr. Miguel Sarris | ARGENTINA |
| 2. Ing. William Monachesi | BRASIL |
| 3. Ing. Luis R. Brizuela | MEXICO |
| 4. Ing. Mateo F. Román | PERU |
| 5. Ing. Antonio Ferrer | VENEZUELA |
| 6. Ing. Jaime Toro Gómez | COLOMBIA |
| 7. Dr. Carlos Ospina G. | COLOMBIA |
| 8. Dr. Luis Alberto Aráuz | OLADE |

PARTICIPANTES DE APOYO Y COORDINACION

- | | |
|----------------------------|----------|
| 1. Dr. Ricardo Cucalón | COLOMBIA |
| 2. Dr. Guillermo Serna | COLOMBIA |
| 3. Dr. Eduardo Chaparro | COLOMBIA |
| 4. Dr. Guillermo Peña | COLOMBIA |
| 5. Dr. Jorge Eduardo Motta | COLOMBIA |
| 6. Dr. Gilberto Jaimes | COLOMBIA |

II GRUPO DE TRABAJO SOBRE CARBON

Río Turbio, Argentina
3-7 de noviembre de 1981

- | | |
|-------------------------------|-----------|
| 1. Dr. Miguel Sarris | ARGENTINA |
| 2. Ing. William Monachesi | BRASIL |
| 3. Ing. Jaime Toro Gómez | COLOMBIA |
| 4. Ing. Ramiro Torres M. | ECUADOR |
| 5. Ing. Luis R. Brizuela | MEXICO |
| 6. Ing. Hernán Arévalo | JUNAC |
| 7. Ing. Mateo F. Román | PERU |
| 8. Ing. Antonio Ferrer | VENEZUELA |
| 9. Dr. Luis Alberto Aráuz | OLADE |
| 10. Téc. Jorge Abbate | ARGENTINA |
| 11. Ing. Oswaldo Chiano | ARGENTINA |
| 12. Per. Univ. Carlos Quiroga | ARGENTINA |
| 13. Ing. Juan Reus | ARGENTINA |
| 14. Téc. Arnaldo Rodríguez | ARGENTINA |
| 15. Ing. Oswaldo Sconciq | ARGENTINA |
| 16. Ing. José Soruco | ARGENTINA |
| 17. Ing. Carmelo Sorrenti | ARGENTINA |
| 18. Ing. Juan Velásquez | ARGENTINA |

LISTA DE PARTICIPANTES

I GRUPO DE TRABAJO SOBRE EL CARBON
30 de junio - 3 de julio de 1980
Quito, Ecuador

1. Dr. Miguel Sarris
2. Ing. Jaime Toro Gómez
3. Ing. Ramiro Torres M.
4. Ing. Mateo F. Román P.
5. Ing. Hernán Arévalo
6. Dr. Luis Alberto Aráuz

ARGENTINA
COLOMBIA
ECUADOR
PERU
JUNTA DEL ACUERDO DE
CARTAGENA (JUNAC)
OLADE

7. ANEXOS

7.1. IDENTIFICACION DE LA SITUACION CARBONIFERA DE LOS PAISES DE AMERICA LATINA

ANEXO

Países que no disponen de información de recursos carboníferos:

1. Barbados
2. Bahamas
3. Costa Rica
4. Cuba
5. Dominica
6. El Salvador
7. Granada
8. Guyana
9. Jamaica
10. Nicaragua
11. Paraguay
12. República Dominicana *
13. St. Lucía
14. San Vicente
15. Surinam
16. Trinidad y Tobago
17. Uruguay

Países con indicios carboníferos pero con reservas no cuantificadas:

1. Haití
2. Ecuador
3. Guatemala
4. Honduras
5. Panamá
6. Bolivia

Países Productores:

1. Argentina
2. Brasil
3. Chile
4. Colombia
5. México
6. Perú
7. Venezuela

* Iniciar los trabajos exploratorios de carbón en 1981.

7.2. LINEAMIENTOS PARA EL ANALISIS DE LAS PERSPECTIVAS DEL CARBON

**PERSPECTIVAS DEL CARBÓN
BASES PARA LAS PREVISIONES DEL DESENVOLVIMIENTO DE
LA INDUSTRIA DEL CARBÓN**

1. Es el combustible fósil más abundante en la corteza terrestre, con ocurrencia en todos los continentes.
2. Es de uso variado y flexible.
3. Para los usos actuales, posee tecnologías conocidas, comprobadas y accesibles a todos los países.
4. En una escala universal, es el combustible disponible para sustitución del petróleo.
5. Puede formar una extensa variedad de derivados, muchos de ellos substitutos de derivados del petróleo.
6. Los costos de producción son competitivos con las necesidades energéticas y competitivas con el petróleo.
7. Probablemente los precios no serán necesariamente afectados de manera inflacionaria como los del petróleo, teniendo en cuenta su abundancia y su distribución universal.
8. Los procesos de producción, de industrialización y uso, son controvertidos en lo que se refiere a: seguridad, polución y ecología.
9. Los procesos de sustitución en la industria del petróleo, y sus derivados, por carbón son relativamente fáciles, de rápida implantación, de inversiones reducidas, descartan movimientos drásticos en la operación, presentan resultados positivos en costos de operación en la mayoría de los casos sin afectar los productos finales.
10. El desarrollo tecnológico referido a los procesos de minería sugiere un mejor rendimiento en la producción, menores riesgos de accidentes y menor utilización de mano de obra, y que puede resultar en costos adecuados en los diversos usos del carbón.
11. El desarrollo tecnológico de los procesos de beneficio proporciona mejores rendimientos en "boca de mina", aumentando las reservas de carbón, recuperando y reduciendo los costos.
12. El desarrollo de los procesos de "peletización" de finos recuperables, y de briquetización aumentarán el aprovisionamiento global de los carbones, reduciendo costos y diversificando sus usos.
13. Los procesos y tecnología desarrolladas para el aprovechamiento racional y económico de subproductos y de rechazos aumenta las posibilidades de producción de carbones de altos contenidos de cenizas, azufre, desarrollando industrias rentables referidas a los subproductos y pérdidas.
14. Pérdidas como azufre (pirita) pueden constituir una fuente de materia prima escasa, como el azufre nativo, para países no productores.
15. Las escorias y cenizas constituyen una fuente de materias primas para industrias diversas como por ejemplo las construcciones civiles.
16. Como subproducto final del sector carbonífero existe la posibilidad de utilizar las minas subterráneas agotadas, como depósitos estratégicos y económicas, de gas natural importado, e intercomunicados por una red nacional de gasoducto.
17. Las mayores posibilidades de utilización racional de diversos tipos de carbón, en función de sus características, resulta en un mejor aprovechamiento de reservas, y un adecuado establecimiento de precios de carbón.

18. Uso doméstico: para producción de gas; de briquetas para calefacción, usos industriales, representa un retorno al uso anterior del petróleo, con las ventajas atinentes al conocimiento de técnicas y dispositivos antipolución.
19. Tanto para minería subterránea, como principalmente para minería a cielo abierto, las exigencias de legislación de diverso orden: nacional, federal, etc. que se refieren a la recuperación del suelo y el subsuelo, representan una nueva oportunidad regional para el aprovechamiento de áreas para:
 - a) Zonas urbanas de recreación
 - b) Lagos artificiales para piscicultura
 - c) Áreas recuperadas para agricultura
20. El desarrollo del sector carbonífero, representa un eficiente y comprobado polo de desarrollo sectorial en lo referente a:
 - a) Transferencia y desarrollo de tecnología.
 - b) Formación de recursos humanos en todos los niveles profesionales y técnicos.
 - c) Desarrollo e instalación de industrias directa o indirectamente ligadas con el carbón.
 - d) Desarrollo de industrias que utilizan y transforman los productos y subproductos del carbón.

En conclusión, todos los factores, alternativas y variaciones que afectan al carbón, permiten concluir que a corto, medio y largo plazo habrá un incremento constante, no solo en lo que se refiere a los usos específicos ya definidos, sino también a nuevas alternativas en la sustitución de derivados del petróleo, como combustible.

PERSPECTIVAS FUTURAS

1. USOS

- 1.1. USOS TRADICIONALES
- 1.2. USOS NO CONVENCIONALES
- 1.3. OTROS USOS

2. TECNOLOGIA

- 2.1. PRIMERA GENERACION - TRADICIONAL - BASICA Habitualmente basada en media producción. Costos elevados, producción y pérdidas diversas, pequeña escala de producción.
- 2.2. SEGUNDA GENERACION Basicamente adaptada y perfeccionada, escala de producción económica, utilización corriente y disponible. Producto de buena calidad, subproductos recuperables. Materias primas seleccionadas. Semiautomatizada.
- 2.3. TERCERA GENERACION Tecnología nueva, desarrollada, sofisticada, automatizada, gran producción, productos de alta categoría. Costos operacionales económicos, inversiones elevadas. Recuperación total de subproductos, materias primas seleccionadas.
- 2.4. CUARTA GENERACION En desarrollo de nuevos procesos. Futuro a largo plazo.

1.1. USOS ACTUALES DEL CARBON

- 1.1 Termo electricidad
- 1.2 Combustión Directa
- 1.3 Producción Vapor Industrial
- 1.4 Gasificación, Uso Industrial-doméstico bajo, medio-alto, poder calorífico.
- 1.5 Industria Productos Químicos
- 1.6 Metanol

1.2. USOS ESPECIALIZADOS NO TRADICIONALES

- 2.1 Reductores gaseosos para siderurgia
- 2.2 Licuefacción directa-metanol
- 2.4 Cogeneración
- 2.5 Mezclas de carbón y aceite

7.3. TECNOLOGIAS DEL CARBON

TECNOLOGIAS DEL CARBON

Para incrementar el uso del carbón como combustible, es conveniente mirar de cerca las nuevas tecnologías que permitan su uso en forma limpia y económica.

Se puede clasificar en tres grupos las tecnologías aplicadas al carbón.

1. Uso directo del carbón como combustible, sin que sea necesario un tratamiento previo (preparación, lavado, o depuración del carbón), no importando que tenga cenizas o azufre en porcentajes altos, o bajo contenido de carbón fijo. Se puede utilizar el proceso de Reactor de Lecho Fluizado, que permite una combustión muy limpia y no contaminante. Sirve para reemplazar las antiguas plantas termoeléctricas con carbones lavados. También se emplean en la producción de vapor.

Otras tecnologías en el uso directo del carbón y en plantas termoeléctricas convencionales son las referidas: 1) al tratamiento y purificación de los efluentes gaseosos de emisión; y 2) la refrigeración en seco. La primera para remover los polvos en suspensión y los anhídridos sulfurados y nitrosos, la segunda para sustituir el uso del agua en los lugares que no tuviera disponible.

2. Uso directo del carbón como combustible, con procesos simples previos y/o complementarios. Se pueden citar los siguientes:

Briqueteado del carbón: Requiere ser sometido al proceso de preparación previo (también llamado de lavado o de depurado), para reducir impurezas. Luego la eliminación de volátiles y formación de porosidad cuando la briqueta haya sido lograda, ya en frío o en caliente. Se las utiliza directamente como combustible doméstico e industrial. El carbón briqueteado está sustituyendo el gas, madera, leña, petróleo en hogares y fábricas.

Mezclando el carbón con petróleo se obtiene una mezcla fluida (llamada coaloil) como combustible y en sustitución del diesel y otros de aplicación industrial. El carbón componente de la mezcla hasta un 50% requiere ser preparado (lavado o depurado) previamente.

Se utilizan carbones de alto poder calorífico (antracitas, bituminosos).

La mezcla requiere de aditivos, como resina, jabón.

El uso del coaloil facilita el transporte (como el petróleo), manipuleo y combustión, pues usa las mismas instalaciones operadas actualmente con petróleo (salvo pequeñas modificaciones, tales como cambio parcial de refractarios). El nuevo combustible puede mantener el alto contenido calorífico y reducir el precio unitario en comparación con el uso del petróleo sólo.

3. Uso indirecto del carbón para obtener combustibles limpios sustitutorios de los hidrocarburos o sus derivados. Las tecnologías involucradas, llamadas de conversión de carbones (gasificación, licuefacción, hidrogenación, síntesis) se encuentran disponibles y/o en etapas de demostración comienzan a ser competitivas para la producción de gas natural sintético (SNG), petróleo sintético, combustibles blancos (gasolina, kerosene, diesel). Se utilizan los carbones duros y pardos (lignito incluido), dependiendo del proceso. El costo de inversión es muy alto, pero el costo de producción de barril de petróleo sintético o galón de gasolina ya es competitivo con los hidrocarburos naturales o derivados, aunque no produce rentabilidad.

7.4. VOCABULARIOS

VOCABULARIO DE TERMINOS SOBRE CARBON MINERAL

Las definiciones que a continuación se presentan son las que normalmente se emplean en la industria minera del carbón en México. Las cifras pueden variar de una compañía o de un organismo a otro. En general las variaciones serían pequeñas, pues no se han calculado matemáticamente. Son empíricas pero en general aplicables para cálculos evaluativos en la operación extractiva.

RESERVAS: Se usa esta palabra para significar el volumen de mineral explotable. Si se quiere ser más exacto se debe hablar de Reservas Geológicas; Reservas Explotables In Situ; Reservas Probables; Reservas Posibles y Carbón Todo Uno.

CARBON IN SITU: Es el carbón mineral en su estado natural en el yacimiento antes de cualquier obra minera para producción. Es equivalente a Reservas Geológicas en las cuales no se especifica ni espesor de la capas carboníferas ni profundidad. Tampoco se mencionan su explotabilidad comercial.

RESERVAS DE CARBON IN SITU: Si se usa este término, debe especificarse el espesor de las capas que constituyen las reservas y su profundidad. Debe considerarse su viabilidad de exploración comercial.

En este caso se implica que se conocen estos datos mediante barrenación y por si se utiliza el término "Reservas". Caso contrario solamente hablarán de "Carbón In Situ".

RESERVAS POSITIVAS: Se utiliza este término para cuantificar volúmenes de carbón mineral ubicadas con barrenos con separación de 1.000 mts. o menos. Generalmente a intervalos de 500 mts. o menos. Entre barrenos es lo adecuado para hablar de "Reservas Positivas". Se dan espesores, profundidades, etc.

RESERVAS PROBABLES: Son aquellas cubricadas a base de barrenos con intervalos de 1,000 mts. o más, pero menos de 5,000 Mts. Generalmente se estiman a base de cuadrículas de 5 Km. entre barrenos. Se cierra la mallá si por lenticularidad se encuentra adelgazamiento o desaparición de la capa. La mallá se puede cerrar a cuadrícula de 2,000 a 2,500 mts. Estas distancias pueden modificarse según los resultados obtenidos. En todos los casos deben mencionarse espesores, profundidades y viabilidad de producción comercial.

RESERVAS POSIBLES: Esto equivale a Reservas Inferidas o Indicadas. En estudios geológicos en los que se han mapeado afloramientos de capas de carbón y se han detallado con zanjas, obras mineras o barrenos, aún cuando ésta se encuentra a 5 Km. entre sí o mallá más abierta, se habla de Reservas Posibles. Deben mencionarse espesores, profundidades, etc.

CARBON TODO UNO: Es el carbón extraído y puesto a "boca mina". Se le llama así porque incluye tanto el carbón limpio extraído, como material estéril interestratificado y a veces algo de piso y techo, todo lo cual se recupera durante la explotación debido al proceso de corte y extracción con maquinaria de gran rendimiento. Sin embargo el término se usa para el carbón a boca mina sea cual fuere el método de explotación. En términos generales se estima que en el proceso de explotación el carbón a "boca mina" es de 15 a 20% menos que el carbón "in situ" cubricado mediante barrenación o por cualquier otro método, siempre que no se use el método de "cámaras y pilares". En este caso se produce sólo el 50% aproximadamente de las "reservas in situ".

Como antes se dijo, estos términos pueden usarse con los calificativos adecuados respecto a su viabilidad de producción comercial, espesores mínimos y máximos, etc.

Según el Ing. Luis Benavides, en las exploraciones que Altos Hornos de México ha efectuado en el Lote Saucedá-Mimosa de Minerale Monclova, S.A. en la parte Noroccidental de la Subcuenca de Sabinas se cortaron 22 cuerpos de carbón que se encuentran dentro de los 45 mts. inferiores de la Formación Olmos.

Unicamente los cuerpos 4 y 5 son explotables en casi todo el fondo. Los cuerpos 6 y 7 lo son solamente en pequeñas áreas lo cual indica la lenticularidad existente en los períodos carboníferos.

Los 22 cuerpos mencionados se agruparon en conjuntos. El grupo inferior, que es el grupo principal, incluye los cuerpos de carbón 4, 5, 6 y 7.

Considerando que no puede hacerse explotación selectiva, los cuerpos de carbón de interés y las de materias estériles intermedias integran la **unidad explotable**. Cuando la materia estéril (hueso) es delgada y se encuentra intercalada cerca de las capas de carbón explotables.

Para definir la unidad explotable desde el punto de vista económico, fue necesario establecer criterios que son los siguientes:

1. Para seleccionar la unidad explotable
 - a) Que el espesor **mínimo** de carbón contenido en la unidad explotable fuera de 1 metro, en uno o más cuerpos.
 - b) Que cuando el espesor de la unidad seleccionada estuviera constituido por más de un cuerpo, el material estéril intermedio no representara más del 30% del espesor conjunto de carbón.
 - c) Que los cuerpos intermedios de roca estéril no fueran de espesor mayor que cualquiera de los cuerpos de carbón supra o infrayacentes.
 - d) Que el espesor máximo de un cuerpo de roca estéril intercalado no tuviera más de 0.50 mts.

CARBON COQUIZABLE: Independientemente de que el contenido de "antraxilon" o "vitrain" en el carbón son materia que comprende las mejores características para que el carbón sea coquizable, investigadores de Estados Unidos han encontrado que hay una relación directa entre el contenido de oxígeno e hidrógeno en función de su característica coquizable. Cuando la relación $\frac{H}{O}$ es más de 58, el carbón es coquizable; cuando es mayor de 55 y menos de 58, el carbón pudiera ser coquizable; cuando la relación es menos de 50 el carbón no es de naturaleza coquizable. Los mejores carbones coquizables deben tener menos de 9% de cenizas. El coque de mejor calidad debe tener menos del 1% de azufre para fines minero-metalúrgicos y menos de 1.3% para alto horno. Debe tener además condiciones de rigidez y aglutinación altas, si bien las características son variables.

TIPOS DE CARBON: Con base en el contenido de carbón fijo y/o calorías y en términos generales, el carbón natural se divide en la siguiente clasificación. (Ver Anexo I);

CARBON LAVADO: En México no existe carbón producible industrialmente puro para entrar al horno de coquización sin separarlo del material inerte previamente. En otros países del mundo si existen carbones que no necesitan concentrarse para su coquización.

El carbón Todo Uno se transporta a las plantas lavadoras en donde se separa el hueso del carbón mediante cribado giratorio eliminando el hueso*, se lava y se seca por filtrado antes de enviarlo a los hornos coquizables. En este proceso se pierde en general del 45 al 55% del peso del carbón todo uno, toda vez que el hueso pesa más que el carbón y un alto porcentaje se pierde actualmente en las colas. Este porcentaje puede variar según la mina de donde proviene la carga para la planta y según el método empleado de su extracción, pero en términos generales es el factor aplicable para calcular la producción de coque final en las operaciones siderúrgicas actuales.

COQUE: Antes se definió lo que es el carbón coquizable. El coque es el mismo carbón al que se le han eliminado los volátiles mediante una combustión parcial en un medio reductor. Si se usan hornos de colmena, que actualmente son anticuados y anacrónicos por ineficaces.

*El proceso completo se puede estudiar después.

En las plantas modernas los volátiles se eliminan al carbón mediante calentamiento a altas temperaturas, más de 1,000°C que permiten liberar los volátiles ligeros y fundir el antraxilón en el carbón, de suerte que se forma una masa sólida altamente porosa o vesicular. Su resistencia a la presión puede variar, haciéndose más o menos quebradizo según el origen del carbón producido para convertirlo en coque.

En otros países se estima que el rendimiento del carbón al convertirse en coque varía desde el 50 hasta el 80%. En México se estima una pérdida de aproximadamente el 20% en la coquización del carbón lavado. Esta pérdida ocurre debido a la eliminación de humedad, volátiles y algo de "finos".

CARBÓN DE FLAMA LARGA O SUB-BITUMINOSO: Se le llama así al carbón que rinde entre 5 y 7,000 calorías por kilo; tiene 44.8% de carbón fijo en estado natural ó 61.8 si está lavado, y tiene 27.6% de materia volátil en estado natural ó 38% si está lavado. No es coquizable en estado natural debido a su alto contenido de volátiles.

Actualmente casi cualquier carbón puede ser coquizable mediante mezclas físico-químicas si esto resulta comercialmente aplicable.

En México existe en la Cuenca Fuente-Río Escondido al Sureste de Piedras Negras y ha sido concesionado a la Comisión Federal de Electricidad para su utilización como fuente de calor para generar electricidad.

Se ignora si existe carbón similar en otras partes de la República ya que el de Oaxaca una vez lavado es coquizable normalmente.

TIPO DE CARBON	HUMEDAD	MATERIA VOLATIL	CARBON FIJO	CALORIAS
	%	%	%	%
Turba	56.7	26.1	11.1	1,992
Lignita	34.5	35.3	22.9	3,939
Sub-Bituminoso	24.2	27.6	44.8	5,209
Bituminoso	3.2	27.1	62.5	7,733
Cannel	1.7	50.76	38.23	7,917
Semi-Bituminoso	2.0	14.5	75.3	7,823
Semi-Antracítico	3.4	8.5	76.6	7,309
Antracítico	2.8	1.2	88.2	7,388

NORMA VENEZOLANA
VOCABULARIO DE LA INDUSTRIA
DEL CARBON

1. NORMAS CONVENIN A CONSULTAR

Esta Norma es completa.

2. OBJETO

Esta norma define los términos utilizados en la industria del carbón.

3. DEFINICIONES Y TERMINOLOGIA

3.1. Materias Primas y Productos

3.1.1 CARBON MINERAL

Es una roca sedimentaria combustible, fósil, proveniente de la estratificación de los residuos de la descomposición de materia vegetal orgánica bajo ciertas condiciones.

3.1.2. CARBONIZACION NATURAL

Es un proceso espontáneo por el cual los restos de plantas son transformados en carbón caracterizados esencialmente por el incremento de la proporción de carbono.

3.1.3. RANGO

Es el grado de carbonización durante el proceso de metamorfosis del carbón.

3.1.4 TURBA

Es un mineral de formación reciente, originado por la putrefacción de los organismos vegetales muertos sin la presencia de oxígeno.

3.1.5 LIGNITO

Es un carbón de bajo rango con un alto contenido de humedad, un alto índice de materia volátil y un poder calorífico inferior a 6.900 Kcal/Kg. En un sentido general, el lignito se subdivide en lignito negro y lignito pardo.

3.1.6 HULLA

Son aquellos carbones que poseen un poder calorífico superior a 6.900 Kcal/Kg., considerando el caso de una muestra húmeda y libre de cenizas.

3.1.6.1 CARBON SUB-BITUMINOSO

Es aquel que pertenece al rango inmediato superior al lignito, su contenido de humedad es inferior a 10% y su poder calorífico varía entre 6.900 y 7.750 Kcal/Kg.

3.1.6.2. CARBON BITUMINOSO

Es aquel de alto rango cuyo contenido de materia volátil varía entre 14 y 31% y su poder calorífico oscila entre 7.750 y 8.750 Kcal/Kg.

3.1.7 ANTRACITA

Es el último estado de evolución del carbón. Posee menos de 10% de materia volátil, el porcentaje de carbono fijo más alto variando entre 92 y 98%, y un poder calorífico superior a 8.750 Kcal/Kg.

3.1.8 CARBON HUMICO

Es aquel en el cual la materia orgánica proviene principalmente por cambios de humificación, esto es, a través del proceso de formación de los mismos en presencia de oxígeno.

3.1.9 CARBON AUPROPÉLICO

Es aquel que contiene materia orgánica de origen marino, rica en algas microscópicas. Se engloban bajo esta determinación al carbón Cannel y al Carbón Boghead, los cuales se diferencian porque en los primeros se detecta la presencia de restos de esporas, y más algas en los segundos.

3.1.10 CARBON AUTOCTONO

Es aquel que procede de tuberías pantanosas en las cuales creció el mundo vegetal formando depósitos IN SITU.

3.1.11 CARBON ALOCTONO

Según la teoría de formación de los yacimientos carboníferos, es aquel que se formó por aquella materia vegetal que fue arrastrada antes de depositarse.

3.1.12 SEMICOQUE

Es un residuo sólido que se obtiene mediante la pirólisis del carbón, tomando como temperatura final del proceso la de 500°C.

3.1.13 COQUE

Es un producto coherente de estructura celular, que queda como residuo en la destilación seca (destruccion) del carbón.

3.1.14 COQUE DE BAJA TEMPERATURA

Es un residuo sólido que se obtiene mediante la pirólisis del carbón a temperaturas inferiores a 700°C, para producir rendimientos máximos de alquitrán, aceite y gas de alto poder calorífico (8.000-8.900 Kcal/m³).

3.1.15 COQUE DE ALTA TEMPERATURA

Es un residuo sólido, poroso, que se obtiene mediante la pirólisis del carbón a temperaturas superiores a los 900°C, con el correspondiente desprendimiento de materia volátil.

3.1.16 GAS DE COQUERIA

Es aquella materia volátil que se desprende en el proceso de coquización.

3.1.17 ALQUITRAN DE HULLA

Es un combustible líquido que proviene del proceso de coquización. Esta denominación engloba el alquitrán procedente de coquización a baja y alta temperatura, diferenciándose éstos en que el primero es más alifático que aromático y el segundo es de carácter aromático.

3.1.18 BREA

Es un residuo sólido de color negro que proviene de la destilación del alquitrán.

3.1.19 ANTIFISURANTES

Son sustancias infusibles que se adicionan a la carga de carbón para reducir la fisuración excesiva del coque.

3.1.20 AGLOMERANTES

Son sustancias que actúan como adhesivo entre las partículas del carbón tales como las breas, ciertos tipos de aceites, arcillas y algunos residuos orgánicos e inorgánicos.

3.1.21 CARBON DE ADICION

Es aquel que se agrega a otro con el fin de obtener uno con buenas propiedades coquizantes.

3.1.22 BRIQUETAS

Son combustibles sólidos que se obtienen por la compactación de carbones finos no aglutinantes o de desechos, con uso de aglomerantes.

3.2 TOMA Y PREPARACION DE MUESTRAS

3.2.1 MUESTREO

Es la toma de una porción representativa de carbón para análisis y pruebas.

3.2.2 MUESTRA

Es una porción de carbón para su caracterización.

3.2.3 LOTE

Es una cantidad de carbón entregada en un cierto tiempo y que puede provenir de una o más unidades (Vagones, Secciones Transportadoras. Producción Diaria, o similar).

3.2.4 MUESTRA PARCIAL

Es una cantidad de carbón tomada por una simple operación del instrumento de muestreo.

3.2.5 MUESTRA BRUTA

Es aquella formada por la combinación de todas las muestras parciales recolectadas de un lote, para luego ser reducidas a una muestra de laboratorio.

3.2.6 MUESTRA REPRESENTATIVA

Es aquella que representa las características del lote del que fue tomada.

3.2.7 MUESTRA DE LABORATORIO

Es una porción representativa de la muestra bruta entregada al laboratorio para análisis o pruebas.

3.2.8 MUESTRA DE ANALISIS

Es una porción de la muestra de laboratorio reducida a la granulometría indicada para cada análisis.

3.2.9 MUESTRA DE RESERVA

Es una muestra de carbón idéntica a la de análisis, para ser utilizada en caso de verificación de los resultados obtenidos sobre la muestra antes mencionada.

3.2.10 PREPARACION DE LA MUESTRA DE LABORATORIO

Son los procesos que pueden incluir mezclando, división, reducción de tamaño y sacado de una muestra, con el propósito de obtener una que sea representativa para el análisis.

3.2.10.1 DIVISION DE LA MUESTRA O CUARTEO

Es el proceso mediante el cual una muestra es reducida en peso sin ningún cambio en el tamaño de sus partículas, a fin de obtener una muestra representativa de una muestra bruta.

3.2.10.2 CUARTEO MANUAL

Es aquel que se lleva a cabo por medio de cuarteadores con alimentación manual que dividen la muestra en dos partes de aproximadamente el mismo peso.

3.2.10.3 CUARTEO MECANICO

Es aquel que se lleva a cabo por medio de cuarteadores mecánicos que permiten obtener una porción de carbón como resultado de la acumulación de pequeños incrementos relativos.

3.2.10.4 REDUCCION DE LA MUESTRA

Es el proceso mediante el cual es reducido el tamaño de partículas de una muestra sin ningún cambio en su peso.

3.3 PROPIEDADES Y ENSAYOS

3.3.1 ANALISIS INMEDIATOS

Son aquellos expresados en términos de porcentaje de Humedad, Materia Volátil, Cenizas y Carbono Fijo por Diferencia.

3.3.2 HUMEDAD

Es el contenido de agua presente en el carbón. La humedad en el carbón se presenta en varias formas:

3.3.2.1 HUMEDAD BRUTA O AGUA DE SUPERFICIE

Es aquella pérdida por el carbón cuando éste adquiere un equilibrio aproximado con el aire al cual fue expuesto.

3.3.2.2 HUMEDAD DE RETENCION

Es aquella retenida en el carbón luego de haber alcanzado un equilibrio aproximado con la humedad del ambiente.

3.3.2.3 HUMEDAD TOTAL

Es aquella que viene expresada por la suma de la Humedad Bruta y la Humedad de Retención.

3.3.3. CENIZAS

Son los residuos inorgánicos que quedan después de someter al carbón a una combustión bajo condiciones determinadas, hasta lograr peso constante.

3.3.3.1 CENIZA EXTERNA

Es aquella asociada con la materia mineral pero no inherente al carbón.

3.3.3.2 CENIZA INHERENTE

Es aquella proveniente de la materia mineral del carbón y que no puede ser removida por medios físicos.

3.3.4 MATERIA VOLATIL

Es la materia gaseosa que se desprende del carbón cuando éste es sometido a un calentamiento en condiciones determinadas.

3.3.5 CARBONO FIJO

Es el residuo que queda una vez que las materias volátiles han sido extraídas.

3.3.6 ANALISIS EN BASE SECA

Son aquellos expresados sobre la base de una muestra de carbón con un contenido de humedad en equilibrio aproximado con el aire al cual fue expuesta.

3.3.7 ANALISIS EN BASE SECA LIBRE DE AGUA

Son aquellos expresados sobre la base de una muestra de carbón a la cual se le ha extraído completamente su humedad.

3.3.8 ANALISIS EN BASE SECA LIBRE DE AGUA Y CENIZAS

Son aquellos expresados sobre la base de una muestra de carbón de la cual la humedad y las cenizas han sido removidas.

3.3.9 MATERIA MINERAL

Es el material inorgánico del carbón generalmente considerado como todos los elementos de éste que no forman parte de la sustancia orgánica del mismo.

3.3.10 ANALISIS REOLOGICOS

Son aquellos que permiten determinar las propiedades plásticas del carbón.

3.3.10.1 INDICE DE HINCHAMIENTO LIBRE

Es un ensayo que consiste en someter una muestra de carbón finamente molida a un calentamiento en condiciones normalizadas (820°C en 21/2 minutos), y comparar el botón de coque obtenido con una serie de perfiles de referencia calibrados del 1 al 9.

3.3.10.2 DILATOMETRIA DE BAJA TEMPERATURA

Es un ensayo que permite seguir las variaciones de longitud de un lápiz de carbón sometido a una rata de calentamiento de 3°C/min, hasta 550°C. Este ensayo permite obtener una reproducción de las transformaciones físicas del carbón ya que pone en evidencia la contracción y la dilatación.

3.3.10.3 DILATOMETRIA DE ALTA TEMPERATURA

Es un ensayo que permite obtener la contracción y la dilatación de la zona plástica, así como también la contracción sufrida por el semicoque hasta 1000°C.

3.3.10.4 PLASTOMETRIA DE TORQUE CONSTANTE

Es un ensayo que permite estudiar la fluidez del carbón. Esta fluidez se determina midiendo la resistencia que ofrece el carbón, en su estado plástico, a la rotación de un agitador de paleta sometido a un torque constante.

3.3.11 ANALISIS ELEMENTALES

Son aquellos que permiten determinar la composición elemental de la sustancia orgánica del carbón en términos del contenido de Carbono, Hidrógeno, Azufre y Oxígeno por diferencia.

3.3.12 PODER CALORIFICO

Es el calor generado por la combustión completa, en atmósferas de oxígeno, de una cantidad determinada de carbón.

3.3.13 FUSIBILIDAD DE LAS CENIZAS

Es la temperatura de fusión de las cenizas.

3.3.14 ANALISIS DE MACERALES

Es aquel que permite determinar las proporciones volumétricas de los diversos macerales y su distribución en la muestra.

3.3.15 PODER REFLECTOR DE LA VITRINITA (PRV)

Es la capacidad de la vitrinita para reflejar una luz monocromática.

3.3.16 MOLTURABILIDAD

Es la propiedad que permite medir la relativa facilidad de pulverización de los carbones.

3.3.17 FRIABILIDAD

Es la propiedad que permite medir la facilidad con que un carbón puede ser fracturado en pequeñas piezas.

3.3.18 ANALISIS DE COQUE

Son aquellos que permiten medir las propiedades del coque.

3.3.18.1 REACTIVIDAD

Es el ensayo que permite determinar la velocidad a la que el coque reacciona con los gases que intervienen en los procesos metalúrgicos, es decir con el aire, oxígeno, vapor de agua y anhídrido carbónico.

3.3.18.2 DENSIDAD REAL

Es un ensayo que permite determinar la masa de agua desplazada por una cantidad conocida de coque seco que ha sido previamente pulverizada.

3.3.18.3 DENSIDAD APARENTE

Es un ensayo que consiste en la determinación de la masa de agua desplazada por una cantidad conocida de trozos de coque seco, por pesado del coque seco y húmedo.

3.3.18.4 POROSIDAD

Es el ensayo que permite conocer la proporción del volumen de los poros en el coque.

3.3.18.5 CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

Es el ensayo que permite determinar la capacidad del coque para conducir la corriente eléctrica.

3.3.18.6 ESTABILIDAD

Es el ensayo que consiste en la simulación de la degradación que sufre el coque durante los procesos a los que es sometido desde que sale de los hornos de coquización hasta que es cargado en el alto horno.

3.3.18.7 INDICE DE ABRASION M10

Es el ensayo que permite determinar la tendencia del coque a disgregarse en forma de polvo más o menos fino cuando es sometido a un tratamiento brusco en un tambor normalizado. Simula la resistencia a la abrasión del coque en el alto horno.

3.3.18.8 INDICE DE RESISTENCIA M40

Es el ensayo que permite determinar la tendencia del coque a la rotura cuando es sometido a un tratamiento brusco en un tambor normalizado. Simula la resistencia del coque dentro del alto horno.

3.3.19 LEVABILIDAD

Es el ensayo que permite medir la posibilidad que tiene un carbón de ser lavado por un proceso de separación por gravedad.

3.4 COMPONENTES DEL CARBON

3.4.1 LITOTIPOS

Son los diferentes constituyentes macroscópicos reconocibles en la estructura bandeada de los Carbones Húmicos. Se denominan con el sufijo "ENO": Vitreno, Dureno, Fuseno y Clareno.

3.4.2 MICROLITOTIPOS

Son asociaciones microscópicas de uno o varios macerales, pudiendo ser mono, bi o trimaceral. Se denominan con el sufijo "ITA".

3.4.3 VITRENO

Es un litotipo ampliamente distribuido en Carbones Húmicos. Está constituido por lechos negros, brillantes, frecuentemente fisurados. Consiste de Vitrinita y Clarita.

3.4.4 DURENO

Es un litotipo muy duro de color negro o gris mate, y de lustre grasoso. Consiste de Durita y Trimacerita.

3.4.5 CLARENO

Es un litotipo semibrillante formado por estratificaciones muy finas. Microscópicamente está compuesto de Vitrinita, Clarita, Fusita y Trimacerita.

3.4.6 FUSENO

Es un litotipo de estructura fibrosa y muy friable constituido por restos lignosos de vegetales. Su color va de negro a gris, con lustre sedoso. Microscópicamente consiste de Fusita en agrupaciones lenticulares.

3.4.7 MACERALES

Son los componentes fitogénicos microscópicos del carbón o constituyentes físicos individuales cuya denominación proviene del proceso de maceración que sufren los vegetales originales. Están constituidos principalmente por H-O-C-N, en proporciones variables.

3.4.8 VITRINITA

Es el grupo maceral más abundante y frecuente. Proviene de la compactación de coloides húmicos sin estructura y de tejidos con textura celular (Colinita-Telinita).

3.4.9 EXINITA O LIPTINITA

Es el grupo maceral que comprende las esporas, cutículas, resinas, suberina, algas, ceras y grasas de origen vegetal. Su poder reflector es bajo y su color y morfología característicos.

3.4.10 INERTINITA

Es el grupo maceral de comportamiento inerte cuya fusibilidad es muy poca o nula durante la coquización. Presenta la mayor concentración de Carbono, y está constituido por tejidos celulares, detritos, y otros macerales sin origen definido.

3.4.11 MACERALES REACTIVOS

Son aquellos macerales que durante un proceso de descomposición calórica de Carbón, se ablandan y funden, es decir, pasan a través de una fase plástica. Estos macerales pertenecen a los grupos Vitrinita y Liptinita.

3.4.12 MACERALES INERTES

Son aquellos que no pasan por estado plástico durante la coquización, es decir, permanecen inertes. Estos macerales pertenecen al grupo Inertinita.

3.5 PRODUCCION Y PROCESAMIENTO

3.5.1 HOMOGENEIZACION

Es un proceso de mezcla que permite obtener un carbón de características constantes y apropiadas para el uso al cual está destinado.

3.5.2 PREPARACION Y CRIBADO

Es un proceso que incluye algunas o todas de las operaciones siguientes:

- a) Separación de tipos de carbón por el aspecto del mismo, tales como "duros" y brillantes.
- b) Tamizado o clasificación en fracciones de diferente tamaño.
- c) Escogido a mano de los tamaños grandes para eliminar trozos aislados de impurezas.
- d) Trituración de los tamaños mayores para obtener los tamaños más pequeños generalmente requeridos por la industria.
- e) Lavado, para eliminar impurezas inorgánicas cuando se requiere un carbón con pocas cenizas.
- f) Secado, cuando las partículas de carbón de tamaño pequeño se lavan para eliminar impurezas.
- g) Mezclado, para modificar las propiedades de un carbón.

3.5.3 TRITURACION SELECTIVA

Es un proceso que consiste en evitar triturar excesivamente las partículas que ya han alcanzado el tamaño deseado. Ello se consigue cribando previamente el carbón para remover las partículas menores de 3 mm, moliendo las partículas de tamaños mayores hasta obtener el tamaño deseado, y mezclando éstas con las separadas previamente.

3.5.4 COQUIZACION

Es la destilación destructiva del carbón en ausencia de oxígeno.

3.5.4.1 COQUIZACION CONVENCIONAL

Es un proceso de coquización por ahornamiento húmedo por gravedad en hornos de celda vertical que puede permitir la recuperación de subproductos.

3.5.4.2 COQUIZACION NO CONVENCIONAL

Es todo proceso de coquización que no consiste en un ahornamiento húmedo por gravedad si-

no que requiere el agregado de aditivos especiales al carbón o tratamientos previos a la coquización. Este proceso puede permitir la recuperación de subproductos.

3.5.4.2.1 **APISONADO**

Es un proceso que consiste en preparar una torta de carbón comprimiendo éste en capas en una caja especial para ello. Esta técnica hace que las partículas de carbón se junten, proporcionando una mayor densidad de carga y dando como resultado un coque más resistente.

3.5.4.2.2 **PRECALENTAMIENTO**

Es un proceso mediante el cual el carbón es precalentado a temperaturas entre 180 y 260°C antes de cargarlo en el horno.

3.5.4.2.3 **BRIQUETIZACION**

Este proceso consiste en la compactación de carbones finos no aglutinantes o de desechos, usando aglomerantes, con el fin de obtener combustibles sólidos.

3.5.5 **GASIFICACION**

Es un proceso de combustión, en aire u oxígeno, en el cual la totalidad del combustible sólido, excepto las cenizas, se convierte en gases combustibles.

3.5.6 **LICUEFACCION**

Es la transformación del carbón en combustibles líquidos sintéticos. Esta transformación se lleva a cabo por Hidrogenación.

3.5.7 **HIDROGENACION**

Es un proceso que consiste en disolver el carbón, utilizando un solvente apropiado que suministre hidrógeno, con el objeto de producir lo que comunmente se denomina crudo sintético (Syncrude), extracto o bitumen.

3.6 **VARIOS**

3.6.1 **FISURACION**

Es un fenómeno de agrietamiento que se produce en el coque debido a la contracción, después de la resolidificación que sufre la carga dentro del horno de coquización.

3.6.2 **DENSIDAD DE CARGA**

Es la relación entre la masa del carbón y el volumen ocupado por ella.

3.6.3 **PETROGRAFIA**

Es una sub-ciencia de la Petrología del Carbón, a la cual concierne la descripción y análisis de los macerales constituyentes, y el uso práctico de la descripción composicional del carbón.

3.6.4 **REFLECTOGRAMA**

Es un gráfico que representa la distribución de frecuencias de la reflectancia de la vitrinita.

3.6.5 **FLUORESCENCIA**

Es un fenómeno provocado en una sustancia debido a la excitación de sus partículas cuando se enfoca sobre ella una emisión de rayos de alta frecuencia (Luz Ultravioleta).

3.6.6 **CURVA DE LAVABILIDAD**

Es la representación gráfica de los resultados obtenidos de los cálculos de rendimiento y contenidos de cenizas en los ensayos de flotación e inmersión.

BIBLIOGRAFIA

BSI 3323-60 Glossary of coal terms

ISO R 1213-71 Partes 1,2 y 3 Vocabulary of terms relating to solid, mineral fuels.

VOCABULARIO DEL CARBON

PREPARADO POR EL ING. MATEO ROMAN
LIMA-PERU-1981

Carbón.— Es una roca de fácil combustión que contiene más del 50% en peso y más del 70% en volumen de materia carbonosa, incluyendo humedad inherente. Esta roca es el producto de la compactación y endurecimiento de una variedad de restos de plantas alteradas a las turberas que sufren metamorfismo cuando son enterradas por rocas sedimentarias, tomando un color castaño o negro.

Carbonización.— Es el proceso involucrado en la genética e historia metamórfica de las capas de carbón, que consiste en la transformación espontánea de los restos de plantas en carbón, esencialmente con incremento de la proporción en carbono.

Capa de Carbón.— Es un estrato generalmente de determinada cantidad y potencia (al menos 30 cms.) que a veces puede ser minado con rendimiento económico.

Campo Carbonífero.— Es una región en la cual ocurren los depósitos de carbón. Cuando la región toma la forma estructural de cuenca, se le llama cuenca carbonífera.

Cuenca Carbonífera.— Son depresiones que presentan las formaciones de rocas más antiguas y en las cuales se han depositado estratos conteniendo carbón.

Turbera.— Residuo marrón oscuro o negro producido por la descomposición y desintegración parcial de musgos, juncos, árboles y otras plantas que crecen en pantanos y lugares húmedos. Presenta un aspecto fibroso debido a los fragmentos parcialmente putrefactos de las plantas vasculares que a veces pueden ser identificadas a la familia que pertenecen.

Formación de Turbera.— Es el proceso intermedio de la descomposición de los vegetales y sustancias animales que ocurre entre el humus y la putrefacción, siendo de primera ocurrencia el humus luego la putrefacción.

Humus.— Tierra vegetal o materia orgánica compleja formada por turba, restos vegetales, insectos y excremento de animales, de aspecto de coloide que se hincha con el agua; proporciona ácido carbónico y nitrógeno a las plantas.

TIPOS DE YACIMIENTOS DE CARBON

Yacimiento Autóctono.— Es aquel que procede de turberas de pantanos en los cuales creció y murió el mundo vegetal, formando así depósitos "in situ". Este yacimiento puede tener un origen terrestre o acuático.

Yacimiento Alóctono.— Es aquel que se forma a partir de la materia vegetal arrastrada desde diferentes distancias antes de ser depositada. Este arrastre puede ser por el viento, aguas y desbordes de pantanos conteniendo turberas.

Yacimiento Limico.— Depósito de carbón que se origina en el interior de áreas continentales lejos de los bordes de las costas marinas.

Yacimiento Parálico.— Se forman en las zonas litorales, en estrecha proximidad con riberas marinas, y están sujetas a movimientos diagenéticos con deposición cíclica.

Yacimientos Intermontañosos.— Cuencas carboníferas enclavadas en alineamientos de montañas convergentes que marcan las márgenes de un orogen.

CARBONES SEGUN TIPO DE MATERIA ORGANICA

Carbón Húmico.— Es aquel que proviene de materia orgánica de plantas, principalmente por cambios de humificación en presencia de oxígeno.

Carbón Sapro pélico.— Es aquel que contiene materia orgánica de origen marino, rica en algas microscópicas. Se engloban dentro de este grupo los carbones Cannel y el Boghead.

Carbón Cannel.— Variedad de carbón bituminoso con textura de grano fino, compacto y uniforme, sin bandeamiento; de color gris a negro, con lustre grasoso y de fractura concoidea. No aglomerable, arroja un alto porcentaje de materia volátil, de fácil ignición, arde con llama luminosa humeante. Se observa en mayor grado la presencia de esporas.

Carbón Boghead.— Semejante en apariencia y combustión al carbón Cannel. Se caracteriza por su alto porcentaje en contenido de restos de algas y materia volátil. Rinde excepcionalmente un alto porcentaje de alquitrán y aceite de su destilación.

CLASIFICACION INDUSTRIAL DEL CARBON

Turba Carbonífera.— Es un compuesto orgánico de formación reciente que ocurre como una masa liviana de color oscuro a negro, de aspecto terroso y esponjoso, untuoso al tacto y conformado por 45% de agua. Se origina en un medio líquido contenido en depresiones poco profundas de fondo permeable, que descansa sobre subsuelos impermeables y allí ocurre la putrefacción de organismos vegetales en ausencia de oxígeno, pero con la presencia de ácidos antisépticos.

Lignito.— Carbón de color marrón a negro, en el cual se ha producido un mayor grado de alteración de la materia vegetal que en la turba. Este carbón es consolidado, con un tenor inferior a 8,300 B.T.U./Lb, con mucha humedad (35% a 40%) y frecuentemente con un contenido de materia volátil mayor a 50%. Arde con mucho humo y cuando está seco se disgrega en granos o escamas.

Carbón Sub-bituminoso.— Pertenece a un rango inmediato superior al lignito. Tiene un poder calorífico que va de 8,300 a 10,500 BTU/lb y un contenido de humedad que va de 15% a 35%. Al igual que los lignitos se disgregan cuando están secos.

Carbón Bituminoso o Hulla.— Denominación dada a la variedad de carbones grasos, densos, frágiles y de estructura bandeada, que arden libremente con flama, aunque realmente a veces no contengan bitumen. En la generalidad de los casos contienen materia orgánica o carbonosa, mayormente en la forma de hidrocarburos alquitranados que usualmente se les describe como bitumen. Tienen olor a bitumen, desprenden materia volátil bituminosa en el orden de 15 a 30% y su poder calorífico varía entre 10,000 y 14,000 BTU/lb.

Antracita.— Contiene el más alto porcentaje de carbón fijo, 92 a 98% y el más bajo contenido de materia volátil, 2 a 8%. Es un carbón de color negro, brillante, pesado, duro y frágil. Arde lentamente casi sin llama y sin humo, sin dejar residuos de cenizas y es de difícil hinchamiento. Su poder calorífico es aproximadamente 8,000 KCal.

Rango del Carbón.— Es el grado de carbonización alcanzado por el carbón y que está indicado por las diferencias en la pureza del material que lo conforma. Estas diferencias se deben a procesos geológicos denominados metamórficos que hacen que el rango aumente con el incremento de carbón fijo y la disminución de humedad y materia volátil.

Poder Calorífico.— Es el calor generado por la combustión completa del carbón en atmósferas de oxígeno y que depende directamente del contenido de carbono fijo y materia volátil. Este poder calorífico se expresa universalmente en Unidades Térmicas Inglesas (Británicas) BTU/lb.

NATURALEZA QUIMICA DEL CARBON

Carbono.— Elemento químico que se encuentra en grandes cantidades en los depósitos de carbón mineral, formando compuestos complejos con el hidrógeno y nitrógeno. Suministra la mayor parte del poder calorífico de los carbones.

Hidrogeno.— El contenido de hidrógeno en los carbones minerales oscila entre 4.5 y 5.5%. Suministra parte del poder calorífico al carbón.

Oxigeno.— Se presenta en varias formas en los carbones. En los carbones de bajo rango pueden ocurrir los grupos Hidroxil (OH), Carbonil (CO) y Carboxil (CO.OH).

Nitrógeno.— Es el único elemento en los carbones que se encuentra exclusivamente presente en combinaciones orgánicas, con ocurrencias promedio que van de 1% a 2%. Generalmente los carbones bituminosos contienen más nitrógeno que el lignito y la antracita.

Azufre.— Ocurre en los carbones en dos formas: Orgánica, uniformemente distribuida en las sustancias del carbón, y su procedencia se relaciona con las plantas que originan las turbas formando hidrógeno sulfurado en los procesos de carbonización con una proporción de azufre que va entre los límites de 0.3 a 3.0%. El azufre inorgánico ocurre principalmente en la forma de pirita.

Materia Mineral.— Son sustancias minerales no combustibles cuyo origen forma parte del carbón.

Cenizas.— Es el residuo de las sustancias minerales que queda después que el carbón es quemado. La composición de las cenizas por lo general son una mezcla de: Sílice (SiO_2), Alúmina (Al_2O_3), óxido de fierro (Fe_2O_3), magnesia (MgO), Cal (CaO) y otros óxidos. La ceniza impide la producción de energía calórica del carbón.

Humedad.— Es el contenido de agua en los carbones que diluye el exceso de producción del calor.

Materia Volátil.— Son los ingredientes activos que ayudan a producir energía calórica. Consisten de gases y vapor de agua que son expedidos por el carbón a cierta temperatura.

Carbón Fijo.— Es el residuo sólido obtenido por la destilación destructiva del carbón. Este residuo se quema a alta temperatura después que los materiales volátiles han sido extraídos, produciendo la energía calórica.

PROPIEDADES FISICAS DEL CARBON

Gravedad Específica.— Es la relación entre el peso del carbón en el aire y el peso de igual volumen de agua, que oscila entre 1.25 y 1.70 gr/ml. Este valor generalmente aumenta con el rango. La ignición del carbón mejora cuando disminuye la gravedad.

Dureza.— Está en relación directa con la estructura del carbón. Carbones de alto contenido de volátiles son usualmente más firmes que los de bajo contenido.

Triturabilidad.— Es la facilidad de pulverización ó molienda del carbón que se torna en factor de importancia cuando se le requiere para uso industrial.

Friabilidad.— Habilidad del carbón a resistir roturas durante su manipuleo en el transporte.

Color.— Varía desde marrón en los lignitos a gris oscuro en los bituminosos y negro intenso en las antracitas.

Lustre.— Los carbones bituminosos presentan bandas de lustre brillante intercaladas con opacas. Los bituminosos duros generalmente tienen lustre opaco.

Fractura.— Generalmente este término es indicativo del rango del carbón. Las antracitas y carbones Cannel se fracturan en superficies curvas irregulares que se les conoce con el nombre de fractura concoidea. Carbones de poco contenido de volátiles tienen fractura columnar. Los de alto contenido volátil tienden a fracturarse en forma de cubos.

Clivaje.— Tendencia del carbón a separarse a lo largo de planos paralelos espaciados estrechamente, que pueden ser altamente inclinados a los planos de estratificación. En algunos carbones los planos de clivaje cruzan las capas originales en dos direcciones en ángulo recto de un plano a otro. Esto es aprovechado en la explotación para obtener bloques de ciertas dimensiones.

Meteorización.— Tendencia del carbón a fracturarse espontáneamente cuando se le seca a la interperie: sucediendo lo contrario cuando está seco y se le expone a la humedad, absorbe el agua y se expande su periferie, lo que precipita también su desintegración.

Combustión Espontánea.— Característica física del carbón producida por la oxidación lenta que éste sufre sin tener la oportunidad de disipar el calor generado durante el proceso de oxidación lo que ocasiona su combustión espontánea. Esto afecta las cualidades del carbón para su almacenaje, ya que el calor generado por la oxidación es proporcional a la superficie expuesta, siendo apta la combustión en pilas de carbón con exceso de finos.

USOS DEL CARBON

1— **Carbonización.**— Es la descomposición del carbón bajo la influencia del calor, donde gran parte del hidrógeno y algo de oxígeno son redistribuidos y combinados con una pequeña proporción de carbono del mismo, para producir líquidos y gases, dejando de lado gran parte del carbono en forma de agua que contiene poco hidrógeno y oxígeno.

Coque.— Es el carbón bituminoso al cual se le ha extraído las constituyentes volátiles mediante el calor a más de 900°. El calor ocasiona que el carbón fijo y las cenizas se fusionen mediante la combustión parcial en un medio reductor, dando así un producto coherente de estructura vesicular y porosa.)**

Semi Coque.— Es el residuo sólido que se obtiene mediante la pirólisis del carbón o una temperatura final del proceso de 500°C.

Coquización.— Es la destilación destructiva del carbón en ausencia de oxígeno que puede ser por un método convencional y no convencional.

Coquización.— Es el proceso de horneado húmedo realizado por gravedad en hornos de celda vertical y que permite la recuperación de sub-productos.

Coquización No Convencional.— Proceso que no consiste del horneado húmedo, sino que requiere del agregado de aditivos especiales al carbón ó de tratamientos previos a la coquización.

Carbón Coquizable.— Es el carbón que puede ser convertido en coque útil, lo suficientemente duro como para resistir el manipuleo. Las condiciones que se requieren para que un carbón pueda rendir un buen coque según la ASTM son: no más de 2% de materia volátil, no menos de 80% carbón fijo, cenizas no mayor de 12%, azufre no mayor a 1% y un índice de ruptura no mayor de 18%.

PROPIEDADES DE LOS CARBONES COQUIZANTES Y DEL COQUE

Aglomeración.— Características del carbón coquizante que al calentarlo en ausencia de aire, se aglutina o aglomera para formar el coque, desprendiendo los volátiles.

Aglomerantes.— Sustancias que actúan como adhesivos entre las partículas del carbón, tales como breas, ciertos aceites, arcillas y algunos residuos orgánicos e inorgánicos.

Propiedad Reológica.— Es la propiedad plástica del carbón.

Hinchamiento.— Característica que presentan algunos carbones que al calentarlos rápidamente a 820°C expelen la materia volátil y producen un botón aglomerante que muestra protuberancia o estructura celular de diversas formas.

Índice de Libre Hinchamiento (FSI).— Es el resultado del análisis que consiste en someter en una muestra de carbón finamente pulverizado (malla + 60 o + 250 U m) a un calentamiento en condiciones normales, y comparar la silueta o forma del botón de coque resultante con una serie de botones estandar enumerados del 0 al 9. El FSI de la muestra será el número del perfil estandar que más se asemeja.

Dilatación.— Propiedad que permite determinar la capacidad de aglomeración e hinchamiento del carbón, mediante transformaciones físicas que evidencian la contracción y la propia dilatación.

Fluidez.— Es la medida de resistencia que ofrece el carbón en su estado plástico a la rotación de un agitador de paleta sometido a una fuerza de torsión constante o impulsión rotativa.

2— Briquetización.— Proceso que consiste en la compactación de carbones finos no aglutinantes o desechos, usando aglomerantes, con el fin de obtener combustibles sólidos.

3— Gasificación.— Proceso de combustión en aire u oxígeno durante el cual la totalidad del combustible sólido, se convierte en gases combustibles.

4— Licuefacción.— Es la transformación del carbón en combustibles líquidos sintéticos que se lleva a cabo por hidrogenación.

Hidrogenación.— Proceso que consiste en disolver el carbón utilizando un solvente apropiado que suministre hidrógeno con el objeto de producir crudo sintético, extracto o bitumen.

Síncruo.— Producto líquido "fuel oil" sintético con reducida proporción de azufre que puede quemarse directamente en las calderas.

Alquitrán.— Combustible líquido que proviene del proceso de Coquización a baja y alta temperatura, obteniéndose uno alifático y otro aromático respectivamente según la temperatura.

Brea.— Residuo sólido de color negro que proviene de la destilación del alquitrán.

MUESTREO DEL CARBON

Muestreo.— Es la toma de una muestra o porción representativa del carbón para análisis y pruebas.

Muestra.— Porción representativa del carbón para su caracterización y análisis.

Lote de muestras.— Es una cantidad de muestras obtenidas en un cierto tiempo y que pueden provenir de una o más unidades carboníferas. Estas pueden ser de exploración, producción, vagones o fajas transportadoras, etc.

Muestra Parcial.— Es una cantidad de carbón tomada por una simple operación del muestreo o muestreador.

Muestra Representativa.— Es la que representa las características de la Unidad o lote del cual fue tomada.

Muestra Compósito.— Es la formada por la mezcla de todas las muestras parciales tomadas de un lote o unidad carbonífera.

Muestras de Laboratorio.— Son las porciones representativas de carbón entregadas al laboratorio para su análisis o pruebas.

Muestra de Análisis.— Es una porción de la muestra de laboratorio reducida a la granulometría indicada para su respectivo análisis.

Muestra de Archivo.— Es una porción idéntica a la de análisis que se archiva para ser utilizada en caso de verificación de los resultados.

Cuarteo.— Es la división o reducción en peso y volumen de una muestra sin cambio en el tamaño de sus partículas, a fin de obtener una muestra representativa de una muestra bruta o compósito. Esta operación puede ser mecánica o manual.

PRINCIPALES ANALISIS Y ENSAYES DEL CARBON

Análisis Inmediatos o Elementales.— Son aquellos que permiten determinar la composición elemental de la sustancia orgánica del carbón expresada en términos de porcentaje de humedad, volátiles, ceniza, carbono fijo y azufre por diferencia.

Análisis en Base Seca.— Es aquel expresado sobre la base de una muestra de carbón con un contenido de humedad en equilibrio aproximado con el aire al cual fue expuesta.

Análisis en Base Seca Libre de Agua.— Es el expresado sobre la base de una muestra de carbón a la cual se le ha extraído completamente la humedad.

Análisis en Base Seca Libre de Agua y Cenizas.— Es el expresado sobre la base de una muestra de carbón a la cual se le ha extraído la humedad y las cenizas.

Análisis de Macerales.— Es aquel que permite determinar las proporciones volumétricas de los diversos macerales y su distribución en la muestra.

Molturabilidad.— Propiedad que permite medir la facilidad relativa de pulverización de los carbones.

Análisis Reológicos.— Son los que permiten determinar las propiedades plásticas del carbón.

Dilatometría de Baja Temperatura.— Ensayo que permite observar las variaciones de longitud de un lápiz de carbón sometido a un ritmo de calentamiento de $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ desde 330°C hasta 600°C , obteniéndose una reproducción de las transformaciones físicas del carbón que pone en evidencia la contracción y dilatación.

Dilatometría de Alta Temperatura.— Es el ensayo que permite obtener la contracción y la dilatación de la zona plástica del carbón, así como también la contracción sufrida por el semicoque hasta 1000°C .

Plastometría de Tanque.— Permite estudiar la fluidez del carbón, calentando una muestra de 5 gr. de carbón finamente pulverizado (malla ± 40 , $425 \mu\text{m}$) dentro de un crisol con una carga de 10 Kg. a un ritmo de $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ entre 330°C y 550°C . Luego a un agitador mecánico ubicado dentro de la muestra se le aplica una fuerza de torsión constante. La fluidez aparente se mide por el número de rotaciones por minuto de un dial adjunto al agitador, obteniéndose también la fluidez máxima.

Lavabilidad.— Es el ensayo que permite medir la posibilidad que tiene un carbón de ser lavado por un proceso de separación por gravedad.

PRINCIPALES PRUEBAS DEL COQUE

Reactividad.— Ensayo que permite determinar la velocidad de reacción del coque con los gases que intervienen en los procesos metalúrgicos.

Porosidad.— Permite conocer la proporción del volumen de los poros en el coque.

Estabilidad.— Consiste en la simulación de la degradación sufrida por el coque desde que sale de los hornos hasta que es cargado en el alto horno.

Índice de Abrasión.— Permite determinar la tendencia del coque a disgregarse en polvo más o menos fino cuando es sometido a tratamiento brusco en un tambor normalizado. Simula la resistencia del coque en el alto horno.

Prueba del Tambor o Estabilidad del Coque.— La principal medida de la calidad del coque es la fortaleza o resistencia al impacto y a la abrasión. Esto se puede determinar mediante el tratamiento brusco de un sistema de tambor. El índice de estabilidad del coque se obtiene batiendo 10 Kg. de + 75 mm. de coque en un tambor de dimensiones específicas a 24 rpm para 1400 revoluciones. Luego se le tamiza al coque y el porcentaje de peso remanente en un cedazo de 24 mm. se le denomina el índice o factor de estabilidad.

Factor de Dureza.— Es el porcentaje de peso acumulativo de coque obtenido por el sistema anterior pero en un cedazo de 6.3 mm.

COMPONENTES DEL CARBON

Litotipos.— Son los compuestos macroscópicos del carbón que se reconocen en la estructura bandeada de los carbones húmicos. Se les denomina con el sufijo "ENO", y son los siguientes:

Vitreno.— Son las bandas delgadas horizontales observables a simple vista, que a veces llegan hasta 20 mm. de ancho, existiendo también formas lenticulares más gruesas. De color negro y lustre vitreo brillante, fractura rectangular fuertemente perpendicular a la estratificación, concordia en otras direcciones y reflexión especular clara. Consiste de vitrinita y clarita.

Dureno.— Son bandas de color gris, marrón a negro, de superficie áspera y lustre debilmente grasoso. Consiste de durita y trimacerita.

Clareno.— Bandas megascópicas delgadas a muy gruesas, intrínsecamente estratificadas y paralelas a los planos de estratificación. Muy a menudo de lustre sedoso y reflexión difusa, marcadamente menos intensa que la del vitreno bajo la misma iluminación. Fractura muy irregular en diferentes direcciones. Compuesta de vitrinita, clarita, fusita y trimacerita.

Fuseno.— Material con apariencia y estructura de carbón de leña, friable, tizna, y generalmente alto en cenizas. De color negro a gris, lustre sedoso; constituido de restos lignosos de vegetales y fusita en agrupaciones lenticulares. Usualmente se presenta en forma de láminas de algunos milímetros de ancho y largo.

Microlitotipos.— Asociación de "Macerales" existentes en una banda de carbón de 50 micrones de ancho máximo, pudiendo ser su denominación mono, bi, o trimacera. Se les denomina con el sufijo "ITA", ejem: Vitrita, clarita, durita y fusinita.

Macerales.— Son los constituyentes ditogénicos microscópicos del carbón que difieren uno del otro en forma y reflectancia. Su denominación proviene del proceso de maceración que sufren los vegetales originarios. Los macerales son análogos a los minerales en las rocas orgánicas. Se pueden identificar tres principales grupos de macerales en orden creciente de contenido de carbón que son: la exinita, vitrinita e inertinita.

Eximita.— Grupo maceral derivado del polen, esporas, epidermis de las hojas, cutículas, resinas, algas, ceras y grasas de origen vegetal. Es importante porque aumenta la fluidez del carbón. La eximita y vitrinita son capaces de producir hidrocarburos del tipo del petróleo.

Vitrinita.— Grupo maceral más abundante y frecuente, que se cree se deriva principalmente del tejido de la madera original de árboles en las turberas de pantanos y de la compactación de coloides húmicos sin estructura.

Inertinita.— Su nombre se deriva de su carácter más o menos no reactivo mostrado durante el proceso de carbonización. La inertinita se deriva de restos cenagosos, carbón de leña y parcialmente de madera carbonosa. La inertinita presenta la mayor concentración de carbono.

Macerales Reactivos.— Son aquellos que durante el proceso de quemado se funden y ablandan con una evolución de volátiles, pasando a través de una fase plástica. Pertenecen a este grupo la vitrinita y exinita.

Macerales Inertes.— Son aquellos que no pasan al estado plástico durante el fundido, sino que permanecen intactos e inertes. Estos macerales pertenecen al grupo de la Inertinita.

CLASIFICACION DE LOS MACERALES

MACERALES DE ORIGEN DIFERENTE A LOS TEJIDOS DE LA MADERA

Esporonita.— Residuos fósiles de las paredes de esporas hinchadas que se presentan paralelamente a la estratificación. En secciones delgadas de carbones de bajo rango el color es amarillo, en carbones de rango medio y amarillo rojizo y en carbones de alto rango es amarillo blanquesino.

Cutinita.— Formado a partir de las cutículas. Aparece como bandas más o menos estrechas y con franjas de separación. En secciones delgadas el color varía de amarillo anaranjado a marrón rojizo.

Resinita.— Residuos fósiles de resinas de plantas y ceras. Aparece como un cuerpo redondeado u oval como inclusión en la colinita y relleno de cavidades celulares en la telinita. Bajo la luz muestran un color anaranjado o amarillo.

Alginita.— Residuos de algas y principal constituyente del carbón "boghead". Observado bajo aceite en luz incidente es muy oscuro y bajo luz transmitida el color es amarillo brillante.

Esclerotinita.— Residuos de esclerótica del hongo, de apariencia morfológica fácil de reconocer. Es opaca y muy reflectiva.

MACERALES CUYO ORIGEN NO PARECE ESTAR MUY RELACIONADO CON TEJIDO VEGETAL

Micrinita.— Constituye una porción de la fracción "atrítica" de los mantos de carbón. Se forman por granulación y subsecuente metamorfosis de materiales derivados de las paredes celulares de las plantas. En secciones delgadas de los lignitos el color es marrón y translucido, opaco en carbones de alto rango y blanco a la luz incidente.

Macrinita.— Partículas de diverso origen que nunca presentan organización celular permanente y van desde 10 a varios cientos de μm en tamaño. Son de color blanco a la luz incidente.

MACERALES CUYO ORIGEN ES DEFINITIVAMENTE DEBIDO A TEJIDOS CORTICALES Y MADERA

Vitrinita.— Principal maceral del carbón y constituyente primario del carbón brillante. Observada con luz transmitida es traslúcida y de color anaranjado. Con luz incidente en carbones de bajo rango refleja menos de 0.5% de luz; en carbones de rango intermedio refleja entre 0.5% y 7.5% y en los de alto rango refleja de 2.6% a 6%.

Según su estructura la vitrinita se puede dividir en:

Telinita.— Presenta una imagen más o menos clara de la estructura del tejido maderero.

Colinita.— Carece de estructura, pero es el medio coloidal que domina en todos los carbones brillantes.

Fusinita.— Maceral fósil que muestra una estructura celular llamada paredes celulares carbonizadas y cavidades. Opaca en secciones delgadas y de color blanco bajo la luz incidente.

Semi-Fusinita.— Estado de transición de la fusinita y vitrinita, con estructura celular no siempre fácil de reconocer, debido a que el poder de reflexión es intermedio entre la fusinita y la vitrinita.

TERMINOLOGIA SOBRE RESERVAS

Reservas.— Son las partes de un recurso natural identificado y del cual se puede extraer económica y legalmente un mineral o energía usable al tiempo de su determinación.

Reservas Geológicas.— Son las reservas de mineral en su estado natural en el yacimiento antes de efectuarse cualquier labor minera para su explotación o también aquellas determinadas mediante trabajos de exploración geológica.

Reservas Probadas.— Son las reservas estimadas que prácticamente no presentan riesgo de pérdida durante su minado, tanto en continuidad horizontal y vertical, como en calidad y cantidad.

Reservas Probables.— Clase de reservas cuya ocurrencia y estimación es razonablemente asegurada para su explotación y rendimiento económico, pero no absolutamente cierta.

Reservas Positivas.— Son las expuestas y propiamente muestreadas en cuatro lados de un bloque de mineral de tamaño razonable, teniendo a la vista la naturaleza del depósito observándose la uniformidad de los valores y la potencia de la estructura bloqueada. También se les llama probadas.

Reservas Posibles.— Son aquellas que pueden existir debajo de las labores más profundas o más alla horizontalmente del alineamiento actual conocido.

Reservas Prospectivas.— Reservas que se estima existen a continuación de las reservas probables, de acuerdo a las características del cuerpo cubicado ya conocido.

TERMINOS VARIOS

Curva de Lavabilidad.— Es la representación gráfica de los resultados obtenidos de los cálculos de rendimiento y contenidos de cenizas en los ensayos de flotación e inmersión.

Humedad Bruta del Carbón.— Es aquella que pierde el carbón cuando éste adquiere un equilibrio aproximado con el aire al cual fue expuesto.

Humedad de Retención.— Es el agua retenida por el carbón luego de haber alcanzado un equilibrio aproximado con la humedad del ambiente.

Ceniza Externa.— Es aquella asociada con la materia mineral pero no inherente al carbón.

Ceniza Inherente.— Es la proveniente de la materia mineral del carbón y que no puede ser removida por medios físicos.

Gas de Carbón.— El gas combustible producido por un carbón bituminoso de alto volátil cuya composición promedio por volúmenes es: 50% hidrógeno; 30% metano; 8% monóxido de carbono; 4% otros hidrocarburos; y 8% dióxido de carbono, nitrógeno y oxígeno.

Poder Reflector de la Vitrinita.— Es la capacidad de la vitrinita para reflejar una luz monocromática.

Reflectograma.— Es un gráfico que representa la distribución de frecuencia de la reflectancia de la vitrinita.

Homogeneización.— Proceso de mezcla que permite obtener un carbón de características constantes y apropiadas para un uso determinado.

Trituración selectiva.— Esto se consigue cribando el carbón para remover las partículas pequeñas (3mm) y moliendo las partículas mayores hasta alcanzar el tamaño deseado, luego se les mezcla con las anteriormente separadas.

Apisonado.— Consiste en preparar un "queque" o torta de carbón comprimiendolo por capas en una caja especial. Logrando así una mayor densidad de carga que dé como resultado un coque más resistente.

Pre calentamiento.— Proceso mediante el cual el carbón es pre calentado a temperaturas entre 180° y 260° C antes de cargarlo en el horno.

Fisuración.— Fenómeno de agrietamiento que se produce en el coque debido a la contracción por la resolidificación que sufre la carga dentro del horno de coquización.