



GEOLOGÍA Y RESERVAS DE LA CUENCA CARBONÍFERA DE NARICUAL, ESTADO ANZOÁTEGUI

Alirio Bellizzia G* y Cecilia Martín Bellizzia*

RESUMEN

La cuenca carbonífera de Naricual se extiende desde el río Capiricual hasta la Mina Sin Nombre, al oeste del poblado de Naricual, donde desaparece bajo los aluviones del río Neverí. Abarca una extensión de unos 25 kilómetros de longitud, limitada al norte por las serranías de Catuaro y al sur por la de Capiricual.

El tramo carbonífero está incluido en la formación Naricual del Grupo Merecure y se ha considerado dividido en los paquetes Santa María, Mallorquín y Araguaita, de los cuales las mayores reservas están localizadas en los paquetes Santa María y Mallorquín. Hasta el presente han sido reconocidos 27 lechos de carbón mediante estudios geológicos de superficie, sondeos exploratorios y labores mineras.

El cálculo de reservas se efectuó a partir de la localidad Mina Sin Nombre hasta el poblado de La Unión, 15 kilómetros al este del poblado de Naricual, área que representa un 70% de la potencialidad de la cuenca. Convencionalmente se dividió la cuenca para el cálculo del tonelaje en tres zonas, "A", "B" y "C", cuyas reservas brutas alcanzan a unas 76.224.000 toneladas métricas y las reservas explotables totales a unas 53.481.600 toneladas.

Los estudios petrográficos macerales demuestran que los carbones de Naricual se componen esencialmente de vitreño, aunque algunas presentan alto contenido de exinita. A base de sus propiedades físico-químicas, se pueden clasificar los carbones de Naricual en el grupo 4 - B de las bituminosas altamente volátiles, con un poder aglomerante variables desde poco hasta

moderado y con respecto al coque obtenido, varía desde fundido y compacta hasta débilmente fundido y friable.

Los carbones de Naricual se prestan para la fabricación de un coque adecuado para el horno eléctrico de reducción, mezclado en proporciones adecuadas con los carbones de Lobatera o con carbones para coque importados. El carbón de Naricual, en panela y con escasos aditamentos de alquitrán y asfalto, ha rendido un coque prensado y resistente que reúne excelentes cualidades.

Sin embargo, los carbones procedentes de las capas del paquete Santa María y las primeras de Mallorquín pueden suministrar en proporciones de mezclas convenientes un coque siderúrgico bien fundido, aunque de inferior calidad del obtenido con mezclas con otros tipos de carbón o adiciones de asfalto y alquitrán.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En 1850, el General José Gregorio Monagas firmó un contrato con el Ingeniero inglés Alfonso Ride, para la explotación de las minas de carbón de Naricual, como propietario de las mismas y por adquisición de Ursula Suárez, según escritura registrada en la ciudad de Barcelona el 4 de mayo de 1850.

El 18 de enero de 1855, el Gobierno Nacional otorgó al señor Lino José Marrero el título de propiedad sobre las minas de Naricual, quien las transfirió a su hermana Clara Marrero de Monagas, viuda del General José Gregorio Monagas, según escritura registrada en Barcelona el 19 de marzo de 1864, cuya propiedad

*Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dirección de Geología.

comprendía desde Nuevo Mundo hasta Sabana de Perro, incluyendo todas las capas de carbón existente en ambas márgenes del río Naricual.

En 1871, el Gobierno Nacional le otorgó varias concesiones al señor James M. Spencer, súbdito inglés, para el desarrollo de los campos carboníferos en Aragüita, del estado de Barcelona, pertenecientes a la señora Clara Marrero de Monagas.

El entonces Presidente de la República, General Guzmán Blanco, dictó en 1873 una resolución ordenando al Cónsul de Venezuela en Londres, celebrar un contrato para el estudio de las minas de carbón de Naricual, con un Ingeniero de Minas de reconocida experiencia y para la estimación del costo de construcción de un ferrocarril desde las minas hasta el mar.

El 29 de junio de 1880, Enrique Lavié denuncia en Capiricual diez minas de carbón. En 1881, por documento registrado en Caracas, doña Clara Marrero de Monagas y sus hijos otorgaron poder al General Guzmán Blanco, Presidente de la República, como mandatario para poner las minas en condiciones apropiadas de trabajo. El 31 de mayo del mismo año, se elabora un proyecto de contrato en los siguientes términos: un tercio de propiedad social al General A. Guzmán Blanco, un tercio de propiedad social a J. R. Leseur y un tercio se reservan los herederos del General Monagas. Guzmán Blanco toma a su cargo la libre administración y J. R. Leseur la explotación. El 17 de abril de 1882, se celebró un contrato entre el General Guzmán Blanco y la "Société Civil Côte Firme", de Paris, representada por Th. Delort, mediante el cual el primero de los nombrados cedía a dicha sociedad el derecho de explotar las minas de carbón de piedra de Naricual, Capiricual y Tocopopo, por el término de 99 años con un canon de arrendamiento de Bs. 0,50 por tonelada. En el mismo año Guzmán Blanco consiguió la cesión de los derechos de la casi totalidad de la propiedad minera. En 1885, el Gobierno garantiza la inversión para obligaciones de 6.000.000 de francos al interés del 7%, distribuidos así:

Para muelle, embarcadero, etc.	Frc. 2.000.000
Para F.C. Guanta-Barcelona	Frc. 2.500.000
Para F.C. Barcelona-Naricual	Frc. 1.500.000

Posteriormente, en 1886, la "Société Civil Côte Firme" traspasó sus derechos a la "Société Francaise

Houillères du Neveri", la cual las explotó durante el lapso 1887-1891.

En 1891 la "Société Francaise Houillères du Neveri", traspasa a la sociedad inglesa "The Guanta Railway Harbour and Coal Trust Company Ltd.", a cuyo cargo estuvo la construcción del ferrocarril en 1892. En 1893 se extinguió dicha empresa para dar origen a la compañía "The Guanta Company Ltd", de John White y Charles Freeman.

En 1896, el Gobierno Nacional, bajo la administración del General Crespo, adquirió, por compra, las minas de Naricual y todas las pertenencias de la "The Guanta Company Ltd" por valor de Bs. 1.500.000. El 3 de enero de 1900, ocurrió el primer accidente por explosión, en el cual perecieron 19 personas, para sucederse nuevamente en 1915 en Las Peñas, con un saldo de 31 víctimas.

Bajo la administración del Gobierno Nacional se explotaron las minas por un largo período, pero la explotación fue en pequeña escala, en forma inadecuada y con pérdidas continuas en la explotación. A esta deficiente administración podría agregarse la competencia de los derivados del petróleo, que a partir de esa época se intensificaba paralelamente al desarrollo de la naciente industria petrolera.

En el año 1937, el Servicio Nacional de Minería y Geología comisionó a los investigadores Santiago E. Aguerrevere y C. González de Juana, para efectuar el estudio del tramo carbonífero, potencia de las capas, reservas y revisión de los sistemas de explotación.

En el año 1946, como consecuencia de esa deficiente explotación, sucedió el penoso siniestro en la Mina de Santa María de las Hulleras de Naricual, el día 8 de abril, causando 16 muertos y 10 heridos, lo que determinó el cierre temporal de dicha mina.

En los años 1952 y 1954, la Dirección de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos encargó a los geólogos Alirio Bellizzia G. y Cecilia Martín Bellizzia el estudio exhaustivo de toda la cuenca carbonífera de Naricual y el cálculo de sus reservas, mediante el estudio de geología de superficie, sondeos exploratorios y reapertura de algunas de las viejas labores mineras, como parte de un amplio programa de exploración de carbón en todo el territorio nacional, con miras a abastecer de este combustible a la proyectada Industria Siderúrgica Nacional.

A partir de 1954, el Gobierno Nacional, por intermedio del Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dirección de Minas, comenzó la rehabilitación total de las minas para una producción máxima de 450.000 toneladas anuales, es decir 1.500 toneladas diarias, pudiendo alcanzar con pequeñas modificaciones y dos turnos, 600.000 toneladas anuales de carbón.

CONDICIONES MINERO - INDUSTRIALES DE LAS HULLERAS DE NARICUAL

La información sobre esta interesante sección ha sido tomada de una serie de informes y proyectos, al respecto presentados por los Ingenieros de Minas, Carlos Freeman, Carlos Paradisi, Carlos Fernández de Caley y Carlos Delgado Ontiveros, Inspectores Técnicos Generales, Consultor Técnico y Administrador respectivamente de las Hulleras de Naricual, durante sus últimos años de exploración. Esta información de carácter económico - minero es necesaria y de gran importancia para lograr una visión de conjunto del desarrollo de las Hulleras de Naricual en el pasado y las causas determinantes de su explotación antieconómica.

Las Hulleras de Naricual, adquiridas por el Gobierno Nacional en 1896, por la cantidad de Bs. 1.500.000, habían venido soportando hasta su paralización en el año de 1946, continuas e importantes pérdidas. El balance de actividades de más de 40 años de explotación directa por la Nación, arrojó un impresionante déficit o pérdida total de varios millones de bolívares, como consecuencia de un precio de costo, el mayor del mundo, que sobrepasaba al de venta en un 100%. Las causas de este deficitario resultado económico de las Hulleras eran, según los ingenieros citados:

- a) Carencia total de técnica minera. Los métodos empleados eran primitivos, ocasionando incendios o derrumbes con pérdidas debidas a inutilización de más del 75% del carbón contenido en las zonas explotadas.
- b) No existe en las minas, ni en los servicios auxiliares, el menor mecanismo, ni material moderno que, al mismo tiempo que intensifique y abarate las diversas operaciones mineras, proteja la salud y vida de los obreros.
- c) El personal obrero generalmente debilitado por una alimentación deficiente, unido a una mala ventilación y condiciones antihigiénicas de explotación,

no ha recibido ninguna dirección técnica ni enseñanza profesional, por lo que se encontraba carente de moral, estímulo y disciplina. La consecuencia inmediata ha resultado en exceso de personal y en mínimo rendimiento obrero que a duras penas, alcanzaba a un 17,50% del rendimiento medio mundial.

d) Aproximadamente más del 50% de la producción bruta se perdía en forma de menudos y polvillo, lo que ocasionaba además de los gastos de evacuación, transporte y almacenaje, una pérdida por combustión espontánea de un material convertible, en gas, alquitrán, coque y energía eléctrica.

e) El estado del ferrocarril que hacía el servicio de transporte de las minas al punto de embarque se encontraba en pésimas condiciones de servicio, por lo que el costo se elevaba a la cifra de Bs. 20,00 por tonelada, cuádruple del precio normal en condiciones apropiadas. A esto se unía que las condiciones de embarque en el puerto de Guánta, eran sumamente deficientes.

f) El servicio de transporte interno era también muy deficiente debido a la escasez de material rodante, alineación y nivelación de las galerías de transporte.

Para darse una idea de la forma anti - económica como funcionaban estas minas, tomaremos algunos datos estadísticos del año de 1943, en que se presentó alguna atención administrativa y técnica, tratando de rectificar en parte los antiguos errores. En este año, la producción de carbón, alcanzó la cifra de 19.295.850 toneladas repartidas de la siguiente manera: carbón comercial cribado 10.001.142 toneladas y 9.294.708 toneladas de menudos y polvillo totalmente perdido. Los gastos por costos y mejoras fueron de Bs. 687.895,67; los ingresos por ventas de carbón Bs. 414.724,98 y el déficit Bs. 273.170, 68.

Estas cifras demuestran que más o menos el 40% de las cantidades invertidas en las Hulleras, se perdían sin probable recuperación, por ser necesario atender a reparaciones y conservación de elementos cuyo rendimiento y vida no permitían una amortización posterior.

A continuación copiaremos un cuadro que resume los egresos del año de 1943, tomados textualmente del informe de los Ingenieros PARADISI Y CALEYA (1945, Tabla N° 1), a fin de poder visualizar en que forma se canalizaban los gastos:

Tabla N° 1. Egresos por capitales en el año de 1943

Minas:				
	Jornales	Bs. 270.250,85		
	Materiales	Bs. 35.596,65		
	Taller (Jornales)	Bs. 7.369,50		Bs. 313.217,00
Ferrocarril:				
	Jornales	Bs. 48.271,50		
	Materiales	Bs. 38.500,00		
	Taller (Jornales)	Bs. 22.109,35		
	Gastos en Guanta	Bs. 10.779,85		
	Consumo de carbón	Bs. 29.762,75		Bs. 149.423,45
Gasto general				
	Ministerio de Fomento	Bs. 5.152,70		
	Personal y varios	Bs. 109.712,25		
	Asistencia médica	Bs. 18.592,00		Bs. 133.456,95
Mejoras				
	Fábrica de panelas	Bs. 13.297,20		
	Fabricación de coque	Bs. 5.184,80		
	Inmuebles y útiles	Bs. 73.316,25		Bs. 91.798,25
Total egresos más consumo de carbón				Bs. 687.895,65

Resultando un precio de costo de la tonelada, puesto a bordo en Guanta de:
Bs. 68,79 incluyendo mejoras y de Bs. 59,61 excluyendo las mejoras.
Repartidos por conceptos en la siguiente forma (Tabla N° 2)

Tabla N° 2. Gastos generales por minas y ferrocarril

	Minas	Ferrocarril	Gastos Generales	Total
Mano de obra	Bs. 27,76 (88,63%)	8,12 (54,35%)	13,35	49,23 (82,59%)
Materiales	Bs. 3,56 (11,37%)	6,82 (45,65%)	—	10,38 (17,41%)
Costo P/ Tm	Bs. 31,32 (100%)	14,94 (100%)	13,35	59,61 (100%)

Los datos anteriormente enumerados, ponen de relieve las causas por las cuales resulto anti-económico la explotación de las Hulleras de Naricual, motivos estos que podían ser eliminados, adoptando técnicas

modernas aplicadas universalmente en cuencas carboníferas de inferior calidad a las de Naricual, que las transformaría en una organización minera, moderna, racional y remunerada.

INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Minas e Hidrocarburos, deseoso de resolver de una manera efectiva lo relativo al problema del carbón en Venezuela y su posible utilización como materia prima para la industria siderúrgica nacional, autorizó a las Direcciones de Minas y Geología para que en colaboración con la compañía alemana Ferrostaal, efectuaran un estudio detallado de las cuencas carboníferas del país, incluyendo el estudio geológico, extensión y potencia de las cuencas, accesibilidad, método de explotación y transporte, con el fin de decidir a base de datos concretos, la zona o zonas más favorables para su industrialización.

A este fin, la Dirección de Geología, en colaboración con la Dirección de Minas, destacó varias comisiones de geólogos, correspondiendo a los suscritos el estudio de la cuenca carbonífera de Naricual. El presente informe abarca lo referente al estudio geológico, ubicación y extensión del tramo carbonífero, correspondiendo todos los aspectos técnicos referentes a la industrialización a compañías especializadas contratadas por la Dirección de Minas.

El propósito primordial de este estudio, fue el de efectuar un estudio geológico detallado y una recolección sistemática de muestras representativas de todos aquellos afloramientos que permitiesen labores mineras de explotación en forma económica; además, se recolectaron muestras de las capas anteriormente trabajadas, siguiendo en todos los casos las especificaciones de la Sociedad Americana de Ensayos de Materiales (ASTM.). Trabajos detallados geológico - mineros se efectuaron en los meses de marzo y abril del año 1953 y de febrero a junio del año 1954, incluyendo el estudio y la zona de Naricual anteriormente explorada, el levantamiento de un mapa de la región comprendida entre el poblado de Naricual, hasta el río Capiricual al este, cubriendo una superficie de unos 20 kilómetros de longitud por unos 10 kilómetros de ancho. En esta zona se realizaron penetraciones a lo largo de las quebradas principales y se pudo constatar la presencia de numerosas capas de carbón hasta de 2,50 de espesor, poniéndose en evidencia la continuidad oriental de la cuenca. Este mapa fue completado más tarde con un aerocroquis del área, realizado en colaboración con el Departamento de Geología Regional (Sección de Fotogrametría). Dicho mapa, aunque generalizado, reunía la aproximación requerida para llenar nuestro objeto. (Fig. 1)

Durante la última etapa de los trabajos exploratorios, se efectuó un reconocimiento geológico generali-

zado de la región de La Pedrera y San Antonio, unos 10 kilómetros al norte de Clarines, en las márgenes del río Unare, donde se tomaron varias muestras de carbón tanto de superficie como de una antigua galería de explotación, en la que se localizaron dos capas de excelente carbón con un espesor superior a dos metros.

Además, de estos trabajos de índole primordialmente minera, se realizaron estudios geológicos detallados del área, incluyendo el estudio de la sección tipo de los ríos Querecual, Neverí, Capiricual y Naricual, a fin de obtener el mayor acopio de información regional acerca de la estratigrafía y tectónica del área. Posteriormente y en vista de que la cuenca había de ser estudiada en más detalle, tanto en el aspecto de geología regional como del subsuelo a base de sondeos exploratorios, se procedió a efectuar un levantamiento en escala 1:10.000, el cual estuvo a cargo de las Direcciones de Minas y Geología y la restitución a cargo de la Dirección de Cartografía Nacional del Ministerio de Obras Públicas.

En este informe, se hacen destacar los aspectos geológicos, tectónicos y de reservas que han de influenciar directamente en el planeamiento, que se elabora en la actualidad para la explotación del carbón de Naricual. En el presente informe, se han agregado al trabajo preliminar de 1954, los nuevos datos obtenidos por los sondeos realizados después del año 1954 y por la construcción de los dos pozos de extracción y el nuevo transversal de Santa María, así como los resultados de los nuevos análisis químicos, petrográficos e industriales efectuados en los carbones de Naricual hasta el año de 1958.

Los autores desean expresar su agradecimiento al personal técnico de la Dirección de Geología y de manera especial al personal de la División de Cartografía Geológica, por su excelente cooperación durante la ejecución de los trabajos; así mismo, hacen constar su gratitud al colega Félix Galavís S., por sus valiosos juicios emitidos durante la revisión del manuscrito.

Los suscritos se sienten igualmente obligados con respecto al agrimensor señor Alejandro de Figarelli, por la eficiente colaboración aportada durante la ejecución de los trabajos topográficos, sentimiento que desean hacer extensivo a los señores Rafael Villegas, José del Carmen Salazar y Miguel Raga por la muy valiosa asistencia que les prestaron durante la ejecución de los trabajos de campo y el programa de los sondeos exploratorios.

PLANEAMIENTO DEL TRABAJO

Para el mejor desarrollo de los trabajos de campo, la Dirección de Geología, destacó dos grupos de geólogos bajo la coordinación de la División de Geología Minera. Los grupos quedaron integrados de la forma siguiente: Grupo N° 1, constituido por los geólogos Gustavo Márquez y Hermes Garriga, a cuyo cargo estuvo la supervisión directa de los trabajos de perforación, extracción de testigos y preparación de los registros litológicos de los sondeos y el Grupo N° 2, estuvo integrado por los geólogos Alirio Bellizzia G. y Cecilia Martín Bellizzia, a quienes les fue encomendada la elaboración del programa de sondeos exploratorios, el levantamiento geológico detallado de la cuenca carbonífera desde el río Aragua hasta el río Capiricual en su extremo oriental, el asesoramiento del Grupo N° 1, en todos los cambios posibles del programa original de sondeos que pudiesen ser necesarios, a base de nuevas informaciones geológicas, la colaboración con las Divisiones de Cartografía Geológica y Minera, en la preparación del programa de levantamiento topográfico y la asistencia técnica a los ingenieros de minas de la Dirección de Minas en todo lo referente a geología y tectónica del área.

Trabajos topográficos

Los trabajos topográficos estuvieron a cargo de las Divisiones de Cartografía Geológica y Minera, dependientes de las Direcciones de Geología y Minas respectivamente, quienes aunaron sus esfuerzos para llevarlos a buen término a la mayor brevedad posible.

Las funciones del personal de Geología se concretaron a los siguientes puntos:

1) Identificación en el terreno de los puntos de restitución, señalamiento y monumentación de los mismos, lo cual fue realizado por los fotogrametristas Emilio Lombardi y Alfredo Sabater.

2) Establecimiento de una red de poligonales, a cargo del agrimensor Alejandro de Figarelli, que incluyera todos los puntos de interés minero - geológico y cierre de los mismos sobre postes de nivelación o triangulación.

La Dirección de Minas estuvo a cargo de las funciones siguiente:

1) Preparación y coordinación del programa de triangulación y nivelación, lo cual estuvo a cargo del geodesta José G. Piella, en colaboración con el topógrafo R. Ascanio.

2) Establecimiento de las figuras necesarias para enlazar los puntos de paso con los puntos de restitución

ción y puntos de control de la dirección de Cartografía Nacional.

3) Establecimiento de un eje central altimétrico mediante una nivelación suplementaria que atravesando las tres fajas de vuelo, nivelara y poligonara el itinerario correspondiente.

Programa de sondeos exploratorios

El programa de taladros originalmente proyectado por los suscritos en noviembre de 1953, incluía la prospección geológica del subsuelo, desde el poblado de Naricual hasta la quebrada de Los Catires y quedó dividido para su realización en dos etapas sucesivas:

La primera etapa, de realización inmediata, comprendía la zona entre el estribo de Naricual y la quebrada de Cerro Grande, con un total de 14 sondeos exploratorios. La segunda etapa, de realización posterior, incluía la zona desde la Quebrada de Cerro Grande hasta la Quebrada de Los Catires.

La primera etapa del programa original de sondeos comprendía la perforación de 14 taladros inclinados, con profundidades variables entre 90 y 120 metros, a fin de lograr una buena superposición entre ellos y obtener así un registro estratigráfico completo con los espesores de los distintos lechos de carbón existentes y dos taladros verticales hasta una profundidad de 300 metros. Estas exploraciones del subsuelo abarcaban la zona hasta ahora considerada de mayor interés minero, comprendida desde el estribo de Santa María en su extremo occidental hasta la Quebrada de Cerro Grande en su extremo oriental. Los sondeos fueron distribuidos de la siguiente manera:

Estribo de Naricual. Se efectuaron dos sondeos exploratorios inclinados en la sección correspondiente al paquete Santa María, cuya finalidad fue comprobar la continuidad del paquete hacia el oeste y determinar la presencia de algunas capas de carbón de importancia comercial, inferiores a la veta N° 6 ya explotada. Estos sondeos fueron numerados 14 y 15 de la serie*.

Quebrada Santa María. Se localizaron dos sondeos al sur de la antigua línea de taladros (4-6) numerados T-11 y T-12. El taladro N° 11, fue localizado 40 metros al sur del taladro N° 6, a fin de revisar el grado de exactitud de los taladros anteriores y lograr una superposición con el taladro N° 5. El taladro N° 12 (vertical), situado a 140 metros al sur del taladro N° 11, fue proyectado con el fin de: a) verificar la posible influencia de la falla de corrimiento localizada al sur de la cuenca, con el aumento de la profundidad (a pesar de que las informaciones suministradas por la geología de superficie desvirtuaban

*Las perforaciones numeradas del 1 al 10, que aparecen en el mapa de la zona, corresponden a sondeos exploratorios efectuados por el Servicio Técnico de Minería y Geología en 1941. Los numerados 1ª-5ª corresponden a los sondeos verticales profundos efectuados por la compañía P.E.M.O.C. para la Dirección de Minas en los años 1957 y 1958.

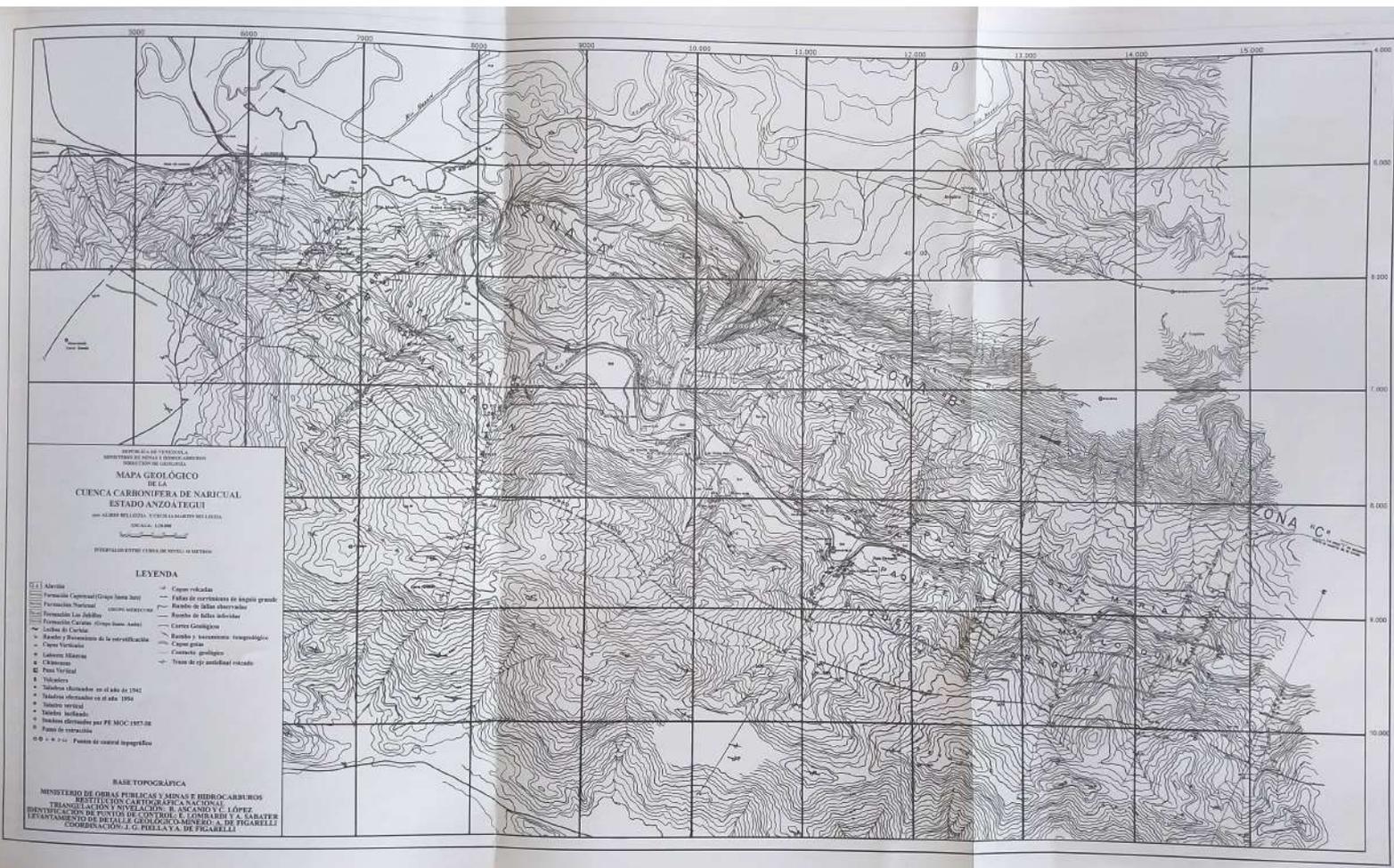


Fig. 1. Mapa geológico de la cuenca carbonífera de Naricual

esta posibilidad); b) determinar la presencia del paquete Aragüita en esa sección y c) obtener una información acerca de la persistencia o variabilidad en el buzamiento de las capas con el aumento de profundidad.

Quebrada Nuevo Mundo. En la margen derecha de la quebrada Nuevo Mundo se localizaron dos taladros inclinados; el primero, marcado con el N° 16, para verificar la presencia de la parte inferior y media de la sección carbonífera del paquete Mallorquín. El taladro N° 17, localizado 90 metros al sur del anterior, en la margen derecha, para obtener información acerca de la presencia de las capas de carbón en la parte superior del mismo paquete.

Sección Quebrada de Cerro Grande. Esta sección es la más completa de las exploradas en el subsuelo e incluye cuatro taladros inclinados, localizados en la margen izquierda de la quebrada Cerro Grande, destinados a comprobar la presencia de los paquetes Mallorquín y Aragüita. Los taladros N° 18, 19 y 20, fueron programados a fin de cubrir la sección completa del paquete Mallorquín y el 21 fue destinado a investigar la presencia del paquete Aragüita en la sección. (Fig. 2)

Como puede constatarse por el programa de sondeos, la mayoría de ellos, con excepción de los taladros 14 y 15, perforados en el estribo de Naricual al oeste de la Mina Santa María, fueron distribuidos de manera de comprobar la continuidad de los paquetes Mallorquín y Aragüita en la zona por explotar, ya que las labores mineras realizadas en el pasado y los sondeos exploratorios efectuados en el año 1941, en el estribo de Agua Caliente, habían verificado la continuidad y uniformidad del paquete Santa María, desde la Mina Sin Nombre hasta la quebrada de Las Lomas Nuevas, en contraste con el paquete Aragüita que tan solo había sido trabajado en la quebrada de su nombre y el paquete de Mallorquín, conocido en el extremo occidental de la cuenca, en la región de Mina Sin Nombre y Mina Mallorquín y con mayor intensidad en el extremo oriental, en el Socavón de San Antonio. Este paquete fue también localizado un poco más al este de la Mina Mallorquín, en el curso superior de la quebrada Santa María, por los sondeos exploratorios del año 1941. Desde esta última localidad hasta la quebrada de Cerro Grande, que cubre la mayor parte de la zona por explotar, su presencia (comprobada por afloramientos esporádicos localizados durante los estudios de geología de superficie efectuados en el año 1953), fue corroborada por el presente programa de sondeos, llevado a cabo a lo largo del curso de las quebradas de Nuevo Mundo y Cerro Grande. (Figs. 3, 4 y 5)

Del análisis detallado de los perfiles adjuntos puede constatarse que, de las 8 capas conocidas del paquete Mallorquín, en las labores mineras de Mina Sin Nombre y Mallorquín y en los sondeos exploratorios de la quebrada Santa María, este paquete, en la sección de

Nuevo Mundo, incluye sólo 5 lechos, 3 localizados por sondeos y dos por calicatas y en la quebrada de Cerro Grande sólo 4 lechos. Esta variabilidad se explica por el carácter lenticular de los lechos de carbón y en parte por la falta de más información del subsuelo. El paquete Aragüita, del cual no se conocen afloramientos en la zona comprendida entre la quebrada Cerro Grande y la de Santa María, y cuya prospección en el subsuelo tan solo reveló la presencia de una capa en el taladro N° 21 de Cerro Grande, nos obliga a rechazarla temporalmente en cálculo de reservas de la zona "A" por explotar.

Posteriormente, durante los años 1957 y 1958, la Compañía PEMOC, efectuó para la Dirección de Minas, 5 taladros verticales hasta una profundidad de unos 450 metros en las quebradas Cerro Grande, Corteses y Tomas Viejas, con el objeto de verificar la continuidad de las capas del paquete Santa María hacia el este, con resultados muy halagadores. Los dos nuevos pozos de extracción y el transversal principal de la Mina Santa María, han demostrado la persistencia de los paquetes de Santa María y Mallorquín en la zona "A" por explotar (Fig. 6)

FISIOGRAFÍA

La región considerada forma parte de la vertiente norte del ramal costanero de la Serranía del Interior con rumbo general N60°O y cuya continuidad geomorfológica, está bruscamente interrumpida por la gran llanura costanera de Barcelona, la cual forma una faja paralela a la costa, que alcanza su anchura máxima hacia el sur por el gran desarrollo del Delta del río Neverí. La ciudad de Barcelona ocupa esta vasta planicie aluvional.

Los principales canales de drenaje los constituyen, de norte a sur, los ríos Neverí, Naricual y Capiricual, que fluyen más o menos en dirección este - oeste, siguiendo el rumbo general de las filas principales. Por cortar estos valles longitudinales capas de durezas heterogéneas, la impetuosidad de las corrientes en las épocas de grandes flujos, han erosionado las capas menos resistentes formando saltos y cascadas.

El río Naricual, en cuya margen izquierda están localizadas las principales labores mineras, sigue desde su desembocadura hasta el caserío de la Unión un rumbo aproximado N70°O, a partir de donde su rumbo cambia a NE por unos 3 kilómetros para tomar nuevamente su dirección original. El Valle del río Naricual, está limitado por el norte por la Serranía de Catuaro, donde afloran rocas de los grupos Merecure y Santa Anita y al sur por la Serranía de Capiricual, donde afloran rocas de los grupos Merecure y Santa Inés. El valle de Naricual termina cerca del puente Las Peñas, donde el río ha cortado un cañón en las potentes areniscas de su nombre. Aguas

abajo de esta localidad, hasta su desembocadura en el río Neverí, antes torrencial, alcanza su etapa fisiográfica de madurez avanzada.

El río Neverí, el más importante del área, desde su desembocadura en el río Aragua, hasta cerca del caserío de Aragüita, sigue un rumbo aproximadamente este - oeste. Desde esta localidad hasta el caserío del Rincón, su rumbo cambia bruscamente casi 90 grados y se hace prácticamente norte - sur, para luego seguir desde esta última localidad su dirección original hasta sus cabecezas. El río Capiricual entre la fila de su nombre y la Fila de Uchirito, sigue una dirección de flujo semejante a las anteriores.

La continuidad de las filas principales es interrumpida por valles transversales profundos de laderas escarpadas, en las que por su gran pendiente y fuertes desniveles a causa de la heterogeneidad de las rocas, se forman saltos y cascadas. En la estación lluviosa se originan verdaderos torrentes, cuya gran velocidad y capacidad de transporte determina el arrastre de grandes bloques de rocas, los cuales se depositan caóticamente a lo largo de sus valles principales, dificultando su accesibilidad. No obstante, su extensión y desarrollo, estas quebradas forman corrientes intermitentes sujetas a violentas crecidas en la estación de las lluvias. Las quebradas principales y sus afluentes conservan un poco de agua durante todo el año en sus cursos superiores, quedando reducidos a pozos esporádicos en su curso inferior, debido a la aridez, escasa precipitación y tala brutal de sus riberas. Las formas topográficas características de la región son filas continuas en dirección aproximada este - oeste. Sus filas son escarpadas; crestas y cuchillas casi paralelas, se han desarrollado con numerosos acantilados y valles transversales, originando gargantas profundas de laderas casi verticales. Los valles longitudinales dominan la geomorfología general del área, presentando declives más pronunciados en los estribos meridionales. Los fenómenos de captura son muy frecuentes en toda el área, siendo por regla general capturadas las corrientes consecuentes por las obsecuentes.

Los caracteres fisiográficos expuestos nos conducen a considerar la edad fisiográfica para la región juventud temprana, con excepción de los llanos aluvionales de los ríos principales, que se encuentran en una etapa fisiográfica de madurez avanzada.

ESTRATIGRAFÍA

El tramo carbonífero de Naricual esta incluido en la formación del Grupo Merecure que lleva su nombre, constituido en la región este y noreste de Barcelona por areniscas, lutitas y capas de carbón en su parte me-

dia. De acuerdo con los datos paleontológicos y relaciones estratigráficas, se considera que la edad del grupo abarca desde el Eoceno superior hasta el Oligoceno medio; sus afloramientos han sido reconocidos a lo largo de la Serranía del Interior en el noreste de Venezuela, desde Barcelona hasta Aragua de Maturín. En la zona de Naricual, el Grupo Merecure esta limitado: al norte, por la Formación Caratas del Grupo Santa Anita y al sur, por la Formación Capiricual del Grupo Santa Inés.

Para una descripción detallada de la estratigrafía e historia geológica del oriente del país, se pueden citar las publicaciones siguientes: HEDBERG (1950); YOUNG, et. al. (1956); RENZ et. al. (1958).

Grupo Santa Anita - Formación Caratas

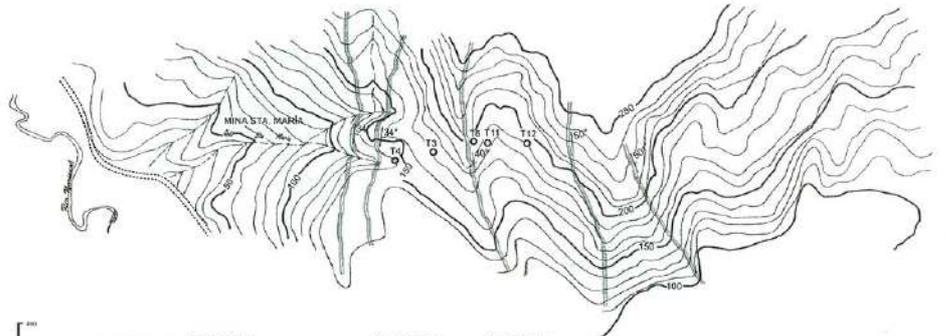
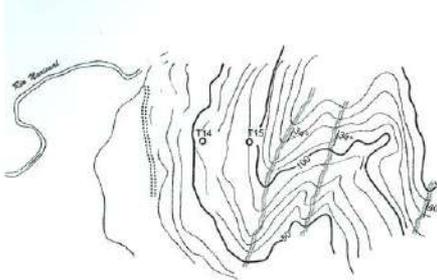
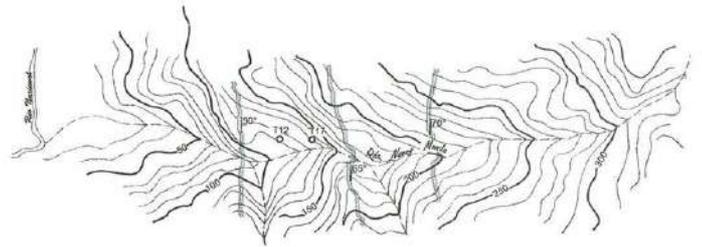
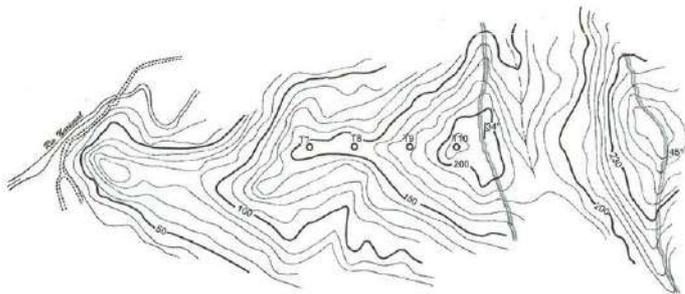
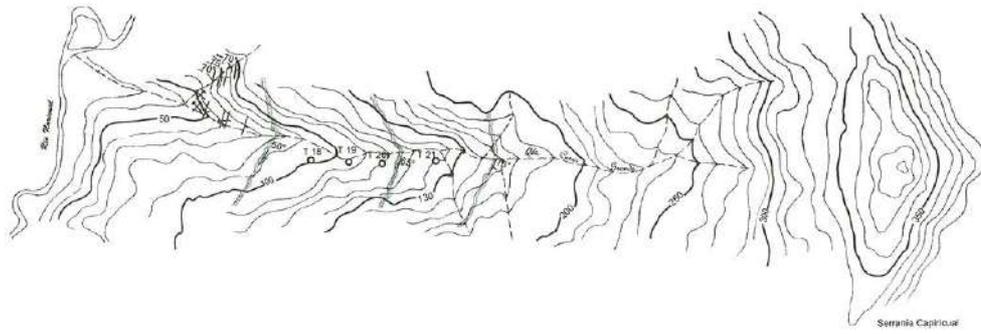
En la región de Naricual, el grupo Santa Anita esta representado por la formación Caratas, constituida por limolitas calcáreas y dolomíticas, calizas limosas y dolomíticas de colores predominantemente negro y gris oscuro, con tintes azulados y algunas capas de areniscas en la parte media. El contacto de esta formación con la suprayacente Formación Los Jabillos del Grupo Merecure, se coloca en el paso de las limolitas dolomíticas de la Formación Caratas a las areniscas cuarcíticas de la Formación Los Jabillos y esta muy bien expuesto en el flanco norte de la Serranía de Catuaro.

Grupo Merecure

De las formaciones del grupo Merecure descritas por Hedberg (1937), en la región considerada, sólo afloran las formaciones Los Jabillos y Naricual.

Formación Los Jabillos

La Formación Los Jabillos, es el equivalente lateral de la Formación Tinajitas, que aflora al este de Barcelona. En el Río Querecual, la formación esta caracterizada por una espesa sección de unos 180 metros de areniscas cuarcíticas de grano grueso a medio y color blanco, a veces rojizo, estratigráficamente subyacentes a la Formación Naricual y suprayacentes a la Formación Caratas. Las potentes capas de areniscas de la Formación Los Jabillos, delinean los contornos topográficos y constituyen verdaderos horizontes guías al noreste de Anzoátegui. En el caserío de Naricual, la formación esta representada por las Areniscas de Las Peñas, (GONZÁLEZ DE JUANA, 1938, Y SALVADOR, 1964), las cuales forman la Serranía de Catuaro y están constituidas por una serie de cuatro lechos gruesos de areniscas cuarcíticas, de un espesor promedio de 45 metros, separados por intervalos de unos 40 metros de espesor de areniscas delgadas y lutitas. El espesor de la formación varía entre 250 y 300 metros. La sección esta bien expuesta en el cañón de Angostura.



LEYENDA

- 0.20 LECHOS DE CARBÓN CON SU ESPESOR
- TALADROS
- ↘60° RUMIO Y BUZAMIENTO
- ▨ ARENISCA
- ▨ CARRETERA
- ⚒ MINAS

Bá. Esc. 1. Unión D.

REPUBLICA DE VENEZUELA
 MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS
 DIRECCION DE GEOLOGIA

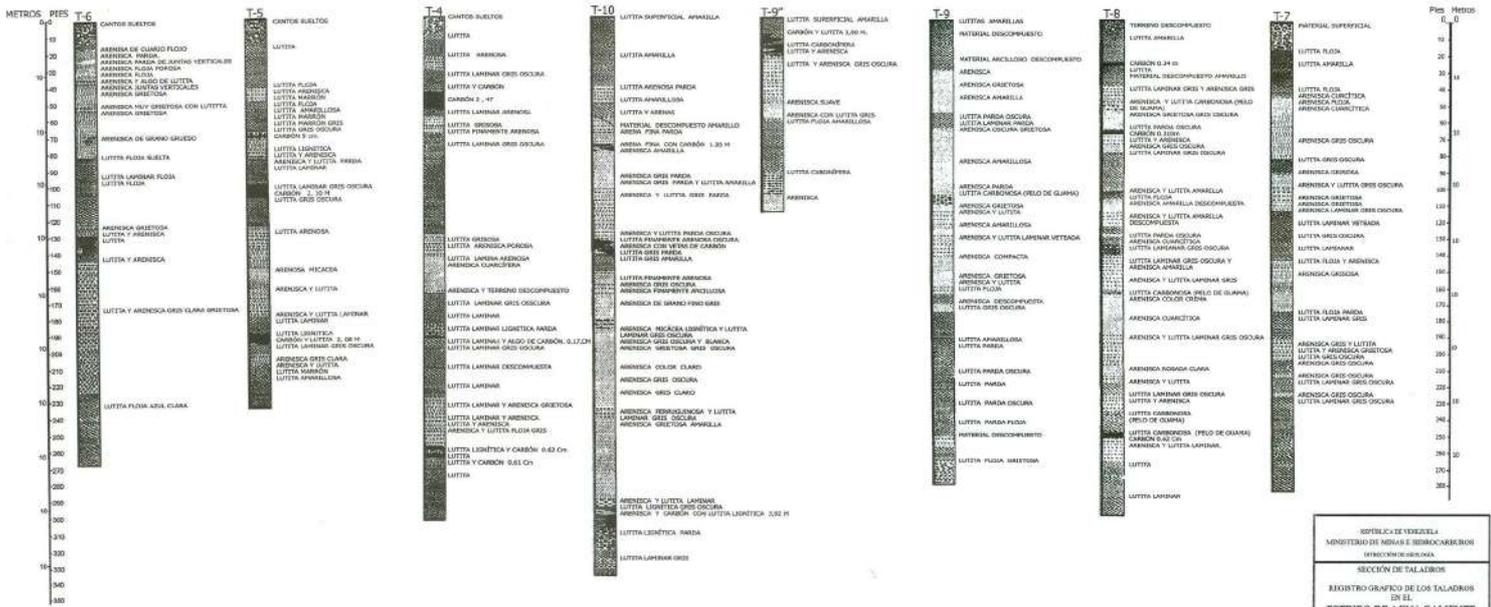
CUENCA CARBONIFERA DE NARICAL
 EDO. ANZOATEGUI
 LOCALIZACIÓN DE SONDEOS EXPLORATORIOS
 PERFILES TRANSVERSALES
 ESCALAS HORIZONTAL Y VERTICAL 1:5,000
 JULIO 1.954
 POR: A. BELLIZIA Y C. MARTIN BELLIZIA

Fig. 2. Mapa de localización de sondeos exploratorios

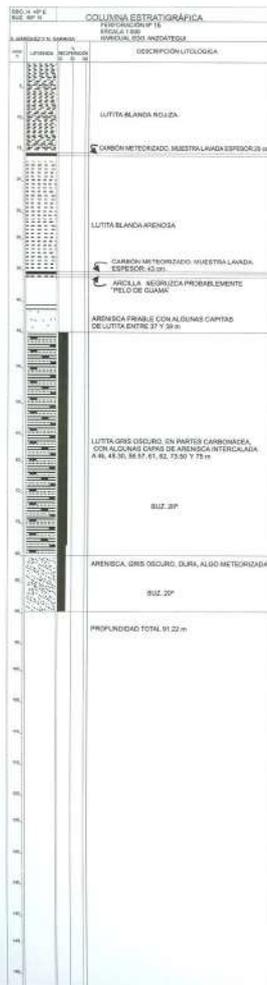
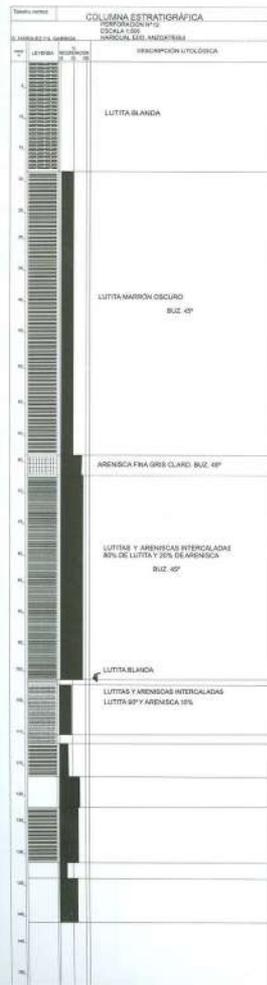
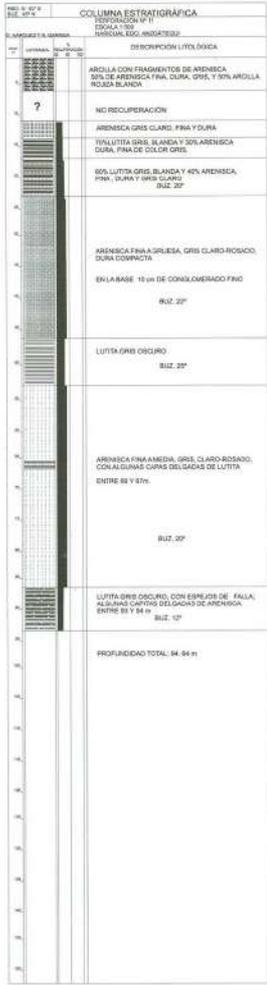
ESTRIBO DE AGUA CALIENTE

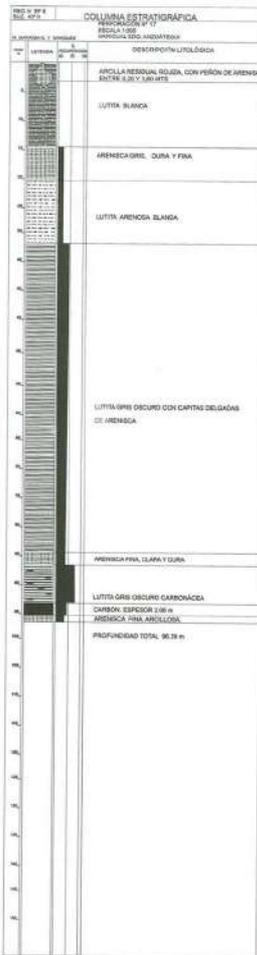
PAQUETE DE MALLORQUÍN Taladros N°5

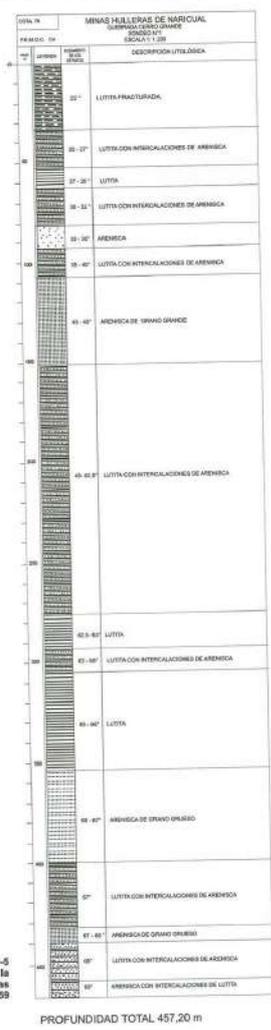
PAQUETE DE SANTA MARIA Taladros N°5



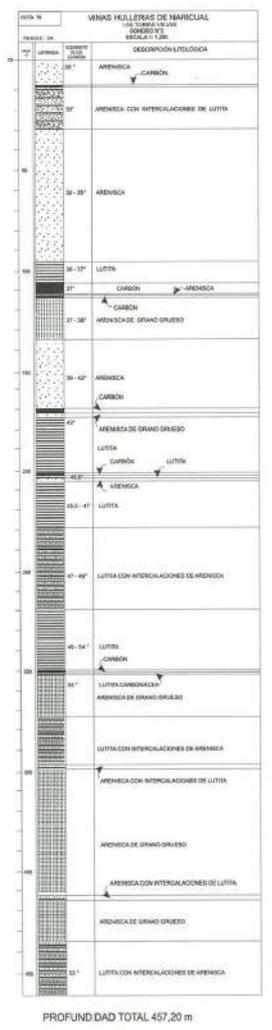
OFICINA DE VEGETACIÓN
 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y FISCOS
 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
 SECCIÓN DE TALADROS
 DIBUJO GRÁFICO DE LOS TALADROS
 EN EL
 ESTRIBO DE AGUA CALIENTE
 CUENCA CARBONIFERA DE NARCIZAL
 EDO. ANZOÁTEGUI
 1955







PROFUNDIDAD TOTAL 457,20 m



Formación Naricual

La Formación Naricual constituye la parte superior del Grupo Merecure; la localidad tipo se encuentra en las cercanías de las minas de carbón de Naricual y representa el mayor espesor de sedimentos del Grupo Merecure. Litológicamente esta compuesto de lutitas arenosas, lutitas carbonáceas, areniscas ferruginosas de granularidad variable y capas intercaladas de carbón, con un espesor total de unos 1800 metros. Las areniscas de lechos gruesos son cuarcíticas, de grano medio a grueso, localmente conglomeráticas y de coloración gris rojiza poco meteorizadas.

En la región considerada, suprayacente a las areniscas de la Formación Los Jabillos, aflora un espeso intervalo de lutitas carbonáceas con un espesor de unos 400 metros. Las lutitas con laminares, arenosas y micáceas, de color gris que meteorizan a amarillo rojizo. En la parte superior de este intervalo aparecen algunas capas delgadas de carbón que marcan la transición hacia el tramo carbonífero suprayacente. La serie carbonífera propiamente dicha esta compuesta por capas intercaladas de lutitas, areniscas y carbón. Las lutitas son generalmente laminares, de color gris que al meteorizarse se tornan amarillo rojizo y muchas de ellas pasan a lutitas ligníticas pardas, las que en la gran mayoría de los casos marcan la proximidad de las capas de carbón. Es frecuente observar en la parte media del miembro, intercalaciones delgadas de lutitas y areniscas arcillosas, cuyos espesores individuales máximos alcanzan alrededor de diez centímetros. Los lechos más gruesos de areniscas constituyen las divisiones de los paquetes de carbón y son de color pardo, textura cuarcítica a sacaroidea, con espesores variables entre 10 y 30 metros. Los lechos de carbón se presentan frecuentemente meteorizados a un producto de oxidación pardo rojizo pulvulento, conocido localmente con el nombre de "pelo de guama", lo que dificulta su observación en el campo. El espesor del tramo carbonífero es de unos 1000 metros.

La parte superior de la Formación Naricual esta constituida por areniscas topográficamente prominentes y lutitas de colores variados negros y grises, estériles, bien laminadas, con espesor de unos 400 metros.

La parte inferior lutácea de la Formación Naricual, generalmente forma el Valle del Río Naricual entre las prominentes areniscas de la Formación Los Jabillos, en la Serranía de Catuaro al norte y las de la parte superior de la Formación Naricual, al sur de la Serranía de Capiricual.

De acuerdo con las características litológicas del tramo carbonífero, las propiedades físicas de las ca-

pas de carbón y las relaciones estructurales de la zona, parece ser que la parte superior del tramo carbonífero, los paquetes Mallorquín y Aragüita, sufren una compactación gradual a partir de la Quebrada Aragüita, hasta alcanzar la máxima en la sección La Unión - Río Capiricual, donde llega a desaparecer el paquete Aragüita. (Fig. 7 y 8)

En la región de Naricual el contacto del Grupo Merecure con la Formación Capiricual del Grupo Santa Inés, es de falla; en otras zonas es concordante y gradacional.

Grupo Santa Inés

El Grupo Santa Inés esta representado en la región de Naricual por la Formación Capiricual, parte basal del grupo, compuesta esencialmente de areniscas grauváquicas gris verdosas, pardo verdosas, con una textura de grano fino a medio, intercalados en toda la sección con lechos de conglomerados y areniscas conglomeráticas ftánicas. La mayor parte de la sección (cerca de 80%), esta constituida por lutitas limosas, arcillas moteadas y grauvacas. En la sección del río Capiricual, en la parte basal de la formación, fueron localizados numerosos lechos de carbón, muchos de los cuales sobrepasan los 2 metros de espesor y exhiben características físicas semejantes a los carbones de la Formación Naricual, hecho que pone en evidencia la continuidad del ambiente deposicional del carbón, más hacia el sur, en los comienzos de la sedimentación de la Formación Capiricual.

Formación Caño Dulce

Al oeste de Barcelona los estratos de la Formación Naricual quedan recubiertos por aluviones hasta las cercanías del Río Unare, donde aparecen bajo una facies diferente, conocida con el nombre de Formación Caño Dulce, en el flanco norte de la cadena montañosa entre Píritu y Río Unare. La formación consiste de areniscas color marrón, friables, bien estratificadas, capas conglomeráticas y delgados lechos de lutitas carbonáceas interestratificadas con capas de carbón. Al oeste del río Unare la Formación Caño Dulce se continúa con un desarrollo prominente al norte de Guanape. Según HEDBERG (1950), al norte de Guárico la formación contiene en su parte media una espesa sección de lutitas negras. Afloramientos de capas de carbón son conocidos en Batatal, San Francisco y al oeste de Sabana Grande. La Formación Caño Dulce es equivalente a la Formación Naricual, parte superior del Grupo Merecure, y a la Formación Capiricual, parte inferior del Grupo Santa Inés.

CONDICIONES DE SEDIMENTACIÓN

La cuenca carbonífera de Naricual está incluida en el flanco norte del geosinclinal del oriente de Venezuela, cuyo eje está próximo al borde norte de la cuenca estructural y marca la máxima profundidad del basamento. El geosinclinal se extiende unos 800 kilómetros en dirección este - oeste, desde el Delta del Orinoco hasta el estado Cojedes y posee una anchura de 250 kilómetros desde la Serranía del Interior, en el borde norte, hasta el Escudo de Guayana, en el borde sur. El geosinclinal es pronunciadamente asimétrico, con suave pendiente en el flanco sur, aumentando abruptamente en el flanco norte donde reposa el mayor espesor de sedimentos (estimados en unos 10.000 - 12.000 metros).

En la actual cuenca estructural tuvo lugar una sedimentación continua desde el Cretáceo hasta el Terciario, a través de cuyos periodos el eje de sedimentación ha sido desplazado progresivamente hacia el sur, por el empuje ininterrumpido de la faja móvil del norte, contra el macizo sur del Escudo de Guayana. A través de todo ese lapso, el geosinclinal estuvo abierto al este y noroeste a la influencia marina, haciéndose los sedimentos menos marinos y con influencias terrígenas hacia el oeste y suroeste. De acuerdo con HEDBERG (1950), el estudio comparativo de la posición relativa de los distintos ejes de sedimentación a través del periodo Cretáceo - Terciario, pone de manifiesto la existencia de una estrecha faja de sedimentos Eocenos - Oligocenos de dirección este - oeste, expuesta a lo largo de la Serranía del Interior, lo cual a tiempo de su deposición, formaba parte del flanco sur de la cuenca carbonífera.

Posteriormente a la orogénesis ocurrida al final del Cretáceo y comienzo del Eoceno, que determinó el levantamiento epeiro - genético de la Cuenca Oriental y del Escudo de Guayana, tuvo lugar el hundimiento de la parte septentrional de la cuenca y con ello se inició el desarrollo del geosinclinal Terciario. La gran transgresión a fines del Eoceno y comienzos del Oligoceno depositó el Grupo Merecure, sobre una superficie erosionada del Cretáceo - Paleoceno. La fuente principal de suministro de los sedimentos desde el Eoceno superior hasta el Oligoceno medio fue el Escudo de Guayana, pero a partir del Oligoceno superior el mayor volumen de sedimentos provenía del norte, de las montañas que emergían en la zona ocupada hoy por la Cordillera de la Costa y parte de la Serranía del Interior, HEDBERG (1950); YOUNG, et. al. (1956); RENZ, et. al. (1958).

En tiempos de la sedimentación de Merecure la línea de playa yacía en el extremo noroccidental de la cuenca de Barcelona y el mar se abría hacia el este; de esta manera los arrecifes de la Formación Tinajitas (Barcelona), marcan la proximidad de la línea de playa en tiempos de Merecure inferior. De la misma manera, los depósitos

de ortocuarcitas de la Formación Los Jabillos, se desarrollaron como sedimentos próximos a la línea de playa en la plataforma continental, cercana al Escudo de Guayana.

La Formación Naricual fue depositada en un ambiente lagunal que sufrió invasiones marinas ocasionales, como lo pone de manifiesto la presencia de faunas marinas en capas delgadas, especialmente en su porción inferior. La parte media de la Formación Naricual, esta caracterizada por numerosas capas de carbón cuyo espesor varía de pocos centímetros hasta unos 3 metros de potencia. Los carbones lignítico - bituminosos de Naricual fueron depositados "in situ", es decir, son autóctonos en un ambiente paludal. Siguiendo la clasificación de WANLESS Y SHEPARD citada por KRUMBEIN Y SLOSS (1951), la sucesión estratigráfica de Naricual, se podría incluir en el tipo de "cyclothem" deltáico con influencias piemontinas, caracterizado por un predominio de material clástico y continental con influencias marinas subordinadas, cuya sedimentación se efectuó bajo condiciones de plataforma inestable, en tanto que hacia el sur pasaba a condiciones intra - cratónicas, con influencias marinas pronunciadas (Formación Periquito).

Durante la sedimentación de la Formación Naricual, el mar se extendía hacia el sur sobre la plataforma continental, dando origen a la acumulación de los sedimentos petrolíferos de la Formación Periquito, en la región de Anaco. En la región de las Mercedes, las formaciones petrolíferas La Pascua, Roblecito y la parte inferior de Chaguaramas, se correlacionan con la Formación Periquito en el área de Anaco. Las formaciones La Pascua y Roblecito, se pueden correlacionar con las capas inferiores de Naricual y la parte inferior de la Formación Chaguaramas, con la parte superior de Naricual. En Guárico y Aragua el Grupo Merecure, se puede correlacionar con las formaciones Tememure, Batatal y Quebradón del Grupo Guarúmen. Al oeste de la región de Barcelona, la Formación Caño Dulce, es equivalente a la parte superior del Grupo Merecure, y a la inferior del Grupo Santa Inés.

La transgresión que permitió la sedimentación del Grupo Merecure, inició un gran ciclo sedimentario sin interrupciones de importancia, durante el cual se acumularon los grupos suprayacentes de Santa Inés y Sacacual, a partir del cual la sedimentación cesó en la Cuenca Oriental, la cual fue levantada e inclinada hacia el este en la misma dirección hacia donde se retiraron los mares, quedando de esta forma la cuenca como parte integrante del Continente Suramericano. No obstante, la deposición geosinclinal continuó a través del Pleistoceno y todavía continúa en el Delta del Orinoco, donde según KÜGLER, citado por RENZ, et. al. (1958), procedimientos sísmicos han descubierto más de 2.000 metros de sedimentos no consolidados.

REPUBLICA DE VENEZUELA
 MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS
 DIRECCION DE GEOLOGIA
 PARA GEOLOGICO - MINERO
 DE LA
CUENCA CARBONIFERA DE NARICUAL
 ESTADO ANZOATEGUI
 POR:
 ALDO BELLEZA Y CECILIA MARTIN-BELLEZA
 ESCALA APROXIMADA: 1:25.000
 BASE TOPOGRAFICA: RESTICCION FOTOGRAFICA SIN CONTROL
 FOTOGRAFISTA: CARLOS MARTINEZ F. DIBUJADO: GUSTAVO RIOS RIOS
 REVISADO: GUSTAVO MARTINEZ F. APROBADO: ARMANDO LOPEZ-MARCELA A. DIRECTOR
 GEOLOGO EFF. GEOLOGIA GEOLOGICA
 CARTOGRAFIA GEOLOGICA
 CANACAS, SEPTIEMBRE DE 1.954

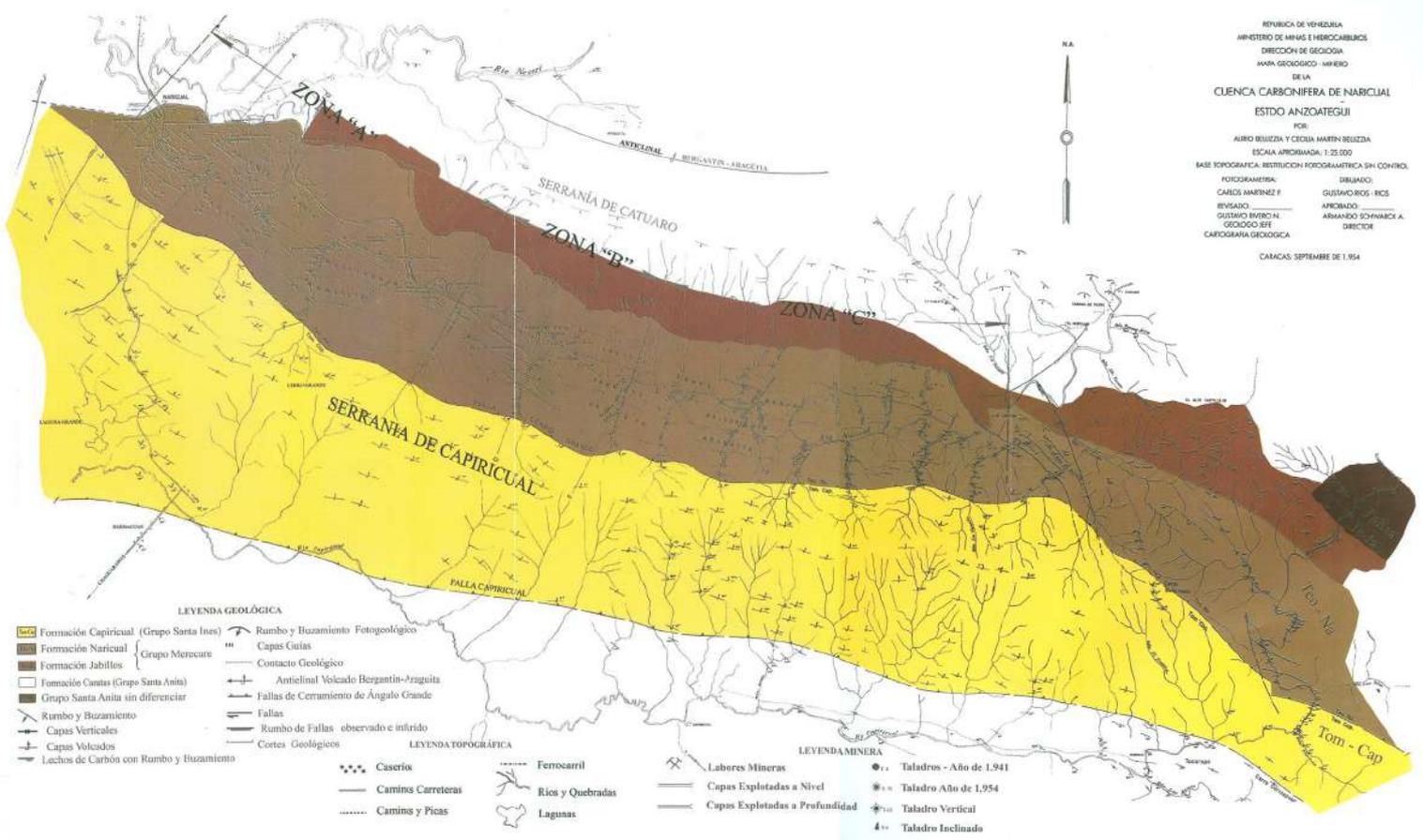


Fig. 7. Mapa geológico minero de la cuenca carbonífera de Naricual

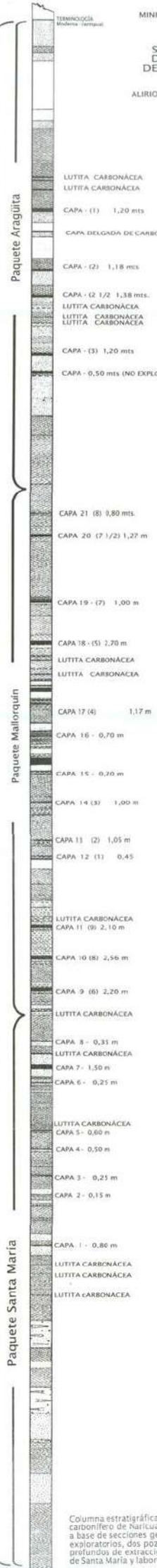
SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA
 DEL TRAMO CARBONIFERO
 DE LA FORMACIÓN NARICUAL

ESCALA: 1:1000

ALIRIO BELLIZZIA Y CECILIA MARTIN BELLIZZIA
 1953-1959

TRAMO CARBONÍFERO DE LA FORMACIÓN NARICUAL

PARTE SUPERIOR DE LA BASE
 DE LA FORMACIÓN NARICUAL



- LEYENDA
- LECHOS DE CARBÓN
 - LUTITA CARBONÁCEA
 - LUTITA
 - LUTITA LIMO - ARENACEA
 - ARENISCAS Y LUTITAS EN LECHOS DELGADOS INTERESTRATIFICADOS
 - ARENISCA DE GRANO FINO
 - ARENISCA DE GRANO GRUESO CON LECHO CONGLOMERÁTICO

Columna estratigráfica del tramo carbonífero de Naricual preparada a base de secciones geológicas, sondeos exploratorios, dos pozos verticales profundos de extracción, transversal de Santa María y labores mineras antiguas.

Dibujado
 Sula Teresa de Obispo
 Ocho líneas 6.

Fig. 8. Sección estratigráfica del tramo carbonífero de la Formación Naricual.

La presencia de lignitos en el Grupo Santa Inés y en las formaciones Oficina y Chaguaramas, indica que las condiciones de sedimentación tuvieron lugar en ambiente parálico, bajo condiciones de una deposición cíclica. Es decir, que tanto las litofacies como las biofacies de los sedimentos, indican que a partir de Merecure, se originó una deposición en aguas bajas y salobres, con condiciones continentales intermitentes. Las condiciones fueron más marinas al este de la cuenca.

En las formaciones Oficina y parte inferior de Capiricual, las capas ligníticas varían de pocos centímetros hasta unos 3 metros. En los campos los de Chimire, Moore y Shields, citados por RENZ, et. al. (1958), describen en el subsuelo unas 75 capas de lignitos en la Formación Chaguaramas, y en la Formación Tucupido más de 150 lechos de lignitos. Estas capas tienen gran persistencia y sus afloramientos pueden ser trazados hasta 45 kilómetros.

TECTÓNICA

Los movimientos orogénicos del Terciario al norte de Anzoátegui produjeron, en las áreas adyacentes a Barcelona, zonas de fuerte plegamiento asimétrico hacia el sur y la naturaleza incompetente de los estratos, dió origen a un intenso fallamiento en la dirección de la mayor deformación. Esta zona de complejas dislocaciones estructurales, se manifiesta en el extremo meridional por una serie más o menos paralela de anticlinales y sinclinales asimétricos, volcados hacia el sur, con un rumbo aproximado N 80° E, variando desde grandes pliegues abiertos de flancos tendidos y poco asimétricos, como el Anticlinal de Pertigalete, a pliegues volcados y corridos hacia el sur, como el Anticlinal Bergantín - Araguaita. Al sur de esta zona de pliegues volcados, se presenta una zona de plegamientos más suaves, representados por el Anticlinal del río Aragua.

En el anticlinal de Bergantín, por su condición de pliegue volcado, los buzamientos crecen a partir de la cresta, pasando a estratos verticales, hasta que finalmente aparecen capas invertidas, hecho éste que pudo ser constatado en la serranía de Capiricual, de manera que la cuenca carbonífera queda enclavada en el flanco sur del anticlinal fallado de Bergantín, constituyendo un monoclinial de pendiente variable hacia el sur, donde el buzamiento de las capas oscila entre 20° en la parte basal y 85° en la parte superior, como consecuencia de la proximidad de la falla de corrimiento, en el contacto suprayacente de la Formación Naricual.

Dos grandes fallas de corrimiento de ángulo grande, producidas como consecuencia de los esfuerzos

originales de compresión, fueron observadas a través de la región estudiada: el Corrimiento de Cerro Grande que separa los grupos Santa Inés y Merecure y origina el volcamiento de la Formación Capiricual y el Corrimiento de Capiricual, al sur del anterior, dentro de la formación del mismo nombre.

De acuerdo con ROD (1959), estas dos fallas, representarían parte de los corrimientos frontales asociados a la gran falla transcurrente dextral de Urica, en el extremo occidental de la Serranía del Interior, donde los elementos estructurales desaparecen hacia el oeste. La Falla de Urica, explica el cambio de dirección de los ejes de los pliegues y la abrupta desaparición de los mismos al sur y sureste de la región de Barcelona. El fallamiento y plegamiento a ambos lados de la falla de Urica, no guardan relaciones, hecho éste que también ha sido comprobado por las exploraciones del subsuelo. Según ROD, el avance del bloque superior de la Serranía del Interior determinó un cambio gradual en la dirección del movimiento, especialmente en las áreas frontales, donde se produjo el máximo cambio en la dirección de los esfuerzos que determinaron la formación de corrimientos en el Frente de Montañas.

La Falla de Corrimiento de Cerro Grande, inmediatamente al sur de la cuenca carbonífera de Naricual, fue objeto de un estudio geológico detallado a fin de verificar su posible influencia en cuanto a la explotabilidad de las capas de carbón a la profundidad de 400 metros, límite propuesto de explotación. Esta posibilidad quedó eliminada al constatar que el fallamiento es del tipo de ángulo grande, lo cual supone un plano de falla con un buzamiento mayor de 45°, lo que no afecta a los estratos carboníferos del subsuelo a la profundidad considerada.

Gran número de fallas transversales y longitudinales, algunas de moderado desplazamiento, se observaron en toda la región como consecuencia de reajustes posteriores a los esfuerzos originales de compresión, los cuales dislocaron la continuidad de la unidad estructural de las filas Capiricual y Catuaro y la dirección de los cursos de los ríos Naricual, Capiricual y Neverí. Este efecto alcanza su mayor desarrollo en el curso superior del Río Naricual, a partir del poblado de La Unión, región en la que los dos grandes corrimientos han sufrido fallamiento en dirección noroeste - sureste, bajo la forma de fallas escalonadas, dando por resultado la rotación del bloque fallado al noreste de La Unión. Esfuerzos posteriores al Plioceno, de mayor intensidad y actuando oblicuamente con relación a los esfuerzos anteriores, dieron origen a fallas transversales noroeste - sureste, algunas de gran desplazamiento horizontal.

El fallamiento en dirección noroeste - suroeste, ha influenciado en cierto grado el tramo carbonífero de Naricual. En los mapas antiguos de explotación han

sido demarcadas las trazas de numerosas fallas transversales y longitudinales, en las localidades de El Pegón, La Concordia, Pozo Revuelto, sección La Matute - La Unión, y en el flanco sur de la Serranía de Catuaro cerca del contacto con la Formación Los Jabillos. Además de las mencionadas, fueron localizadas las series de fallas transversales escalonadas de rumbo noreste - suroeste, observadas a lo largo del curso del Río Naricual, en el estribo de Santa María, en las Minas de Mallorquín y en las Minas Sin Nombre. Este cuadro tectónico se considera como el resultado de los esfuerzos tangenciales producidos durante la formación del pliegue Araguaita - Bergantín y las fallas, aunque de poca importancia geológica, tienen gran interés en lo que se refiere a la explotación del carbón.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS DEL TRAMO CARBONÍFERO

La mayoría de los ensayos de los carbones venezolanos fueron efectuados después de la presentación del informe de los autores sobre Geología y Reservas de la Cuenca de Naricual, en el año 1954; pero debido a la gran importancia del tópico, se cree conveniente incluir en el presente trabajo varias de las conclusiones alcanzadas por esos ensayos.

Los ensayos de laboratorio e industriales fueron efectuados para los siguientes Institutos:

1. Ministerio de Minas, División de Investigaciones Químicas del Ministerio de Minas e Hidrocarburos en los años 1953 y 1954.
2. Eisenbau - Essen, G.M.B.H. (1954). Estudio V-53 (Dres. Berferhoff y Wasmiuth), Industria Siderúrgica Venezolana (1954).
3. Gutehoffnungshütte - Demag-Krupp (1954). Dictamen sobre la fabricación con carbones venezolanos, de un coque adecuado para el horno eléctrico de reducción.
4. Gutehoffnungshütte - Demag-Krupp (1954). Primer suplemento correspondiente al dictamen referen-

te a la producción de coque con carbones venezolanos para el horno eléctrico de reducción:

- a. Ensayos de laboratorio, realizados en el Laboratorio Químico de la Gemeinschafts - Organization Ruhrkohle G. M. B. H. (Sindicato Hullero), Essen y por la fábrica del Dr. C. Otto y Comp. G.M.B.H., Bochum.
- b. Los ensayos de coquización en escala menor, efectuados en la Estación de Ensayos de la Gemeinschafts Organization Ruhrkohle G.m.b.H., Essen y las fábricas del Dr. Otto y Comp., G.M.B.H. Bochum y la fábrica de Gas de la Stadtwerke de Düsseldorf.
- c. Los ensayos industriales en el horno horizontal de cámaras, realizados por la fábrica de Gas de la Stadtwerke de Düsseldorf.

5. Sociedad Vetrocoke (Dr. Ferrara), Carbones del Naricual, Italia (1958).

Estudio petrográfico y maceral cuantitativo

Los análisis clásicos, el elemento que expresa la composición del carbón en sus constituyentes elementales (calcio, hidrógeno, oxígeno, etc.) y el inmediato que indica simplemente el contenido de humedad, materias volátiles, cenizas y porcentaje de carbón fijo, aunque de gran uso, no dan ninguna indicación de la constitución misma del carbón. Últimamente muchos investigadores, NATIONAL RESEARCH COUNCIL COMMITTEE (1947), FERNÁNDEZ LAREDA (1951), FRANCIS (1954) Y MARSHALL (1955), han venido empleando el análisis petrográfico (maceral), que da la constitución de las bandas carbonosas y el racional, que indica los componentes orgánicos de esas unidades ulminas (ácidos úlmicos modificados), la materia opaca (residuos o detritus), los restos de plantas resistentes (cáculas, exinas de esporas, etc.) y las resinas, ceras e hidrocarburos. Estos dos últimos tipos de análisis son de gran utilidad para los problemas de minería, beneficio y usos industriales de los carbones. Los carbones venezolanos, y en especial los de Naricual, fueron sometidos a estos análisis, con excepción del racional.

Estudios petrográficos y macerales cualitativos

Estos análisis fueron efectuados por el consorcio GUTEHOFFNUNGSHÜTTE DEMAG-KRUPP y el DR. FERRARA, y los resultados están consignados en las tablas N^o. 3 y 4.

**Tabla N° 3. Análisis macerológicos petrográficos cuantitativos
(Gutehoffnungshütte Demag-Krupp (1954 Tabla N° 2))**

Tipo de Carbón		Naricual	Lobatera	Guasare	Cachirí	
Vitrita	%	58,6	18,8	14,3	12,3	} Agentes de la coquización
Clarita	%	33,3	68,2	59,6	57,5	
Durita	%	0,8	0,9	18,0	20,5	
Semifusinita	%	--	--	2,4	4,9	
Fusinita	%	--	--	1,3	1,0	
Lutita bituminosa	%	4,5	11,3	2,0	1,0	
Detritus	%	2,8	0,8	2,4	2,8	
Vitrita	%	58,6	18,8	12,8	8,1	} Agentes de la Coquización
Clarita	%	33,3	68,2	25,8	31,9	
Tipos intermedios	%	--	--	56,5	52,7	
Durita	%	0,8	0,9	0,5	0,8	
Fusita	%	--	--	1,0	3,0	
Lutita bituminosa	%	4,5	11,3	1,0	0,7	
Detritus	%	2,8	0,8	2,4	2,8	

**Tabla N° 4. Análisis macerológicos petrográficos cuantitativos de los estados
Anzoátegui, Zulia y Táchira (Gupetehoffnungshütte
Demag – Krupp 1954, tabla N° 2)**

Estado	Zona carbonífera y yacimiento	Grupo de capas	Aglutinabilidad según parecer de:	
			Eisenbau	Kappers
Anzoátegui	Naricual	Aragüita	Ninguna	} Existente
	Naricual	Mallorquín	Poca	
	Naricual	Santa María	Media	
	Naricual	Aragüita	Buena	
Zulia	Río Cachirí	El Gaudal	Condicionada	
	Río Socuy	Caño El Perú	Condicionada	
	Río Guasare	N° 1 El Carbón	Condicionada	
	Río Guasare	N° 1 El Carbón	Muy buena	
Táchira	Cazadero N° 3	Panel 15	Ninguna	} Existente
	Lobatera (subsuelo)	Panel 12	Ninguna	
		Panel 12	Buena	
	Cazadero N° 1	Filón principal	Muy Buena	
	Lobatera (superficie)			

Para aclarar más la interpretación de estos análisis, se ha creído conveniente hacer una descripción somera de los principales elementos macerales e insertar un cuadro comparativo de la terminología europea y la norteamericana.

Los carbones bituminosos se presentan típicamente constituidos por bandas alternas brillantes, translúcidas y opacas, originadas durante el proceso de sedimentación. Estos constituyentes se conocen en la literatura como: vitreno, clareno, durenno y fuseno.

El vitreno (antraxilón) forma bandas estrechas de carbón brillante, se parte con fractura concoidea y es muy bajo en cenizas, tan bajo como el 0,2% y raramente superior al 3%. Al microscopio se observa a veces con dificultad la estructura celular original. El clareno se presenta en bandas menos brillantes que el anterior y translucido al microscopio, de brillo sedoso y de apariencia satinada. Tiene un contenido de cenizas mayor que el vitreno y consiste principalmente de fragmentos microscópicos de vitreno mezclados, con restos de vegetales muy resistentes. El durenno (attritus) se presenta en bandas duras, con brillo mate, en colores variables de negro a gris plomo. Las bandas son delgadas aunque pueden llegar hasta 30 cm. de espesor. Las cenizas son característicamente más altas que en los carbones brillantes.

Los durenos contienen apreciable cantidad de materia opaca, de grano muy fino que posiblemente fue precipitada a partir de soluciones coloidales; parte de estas sustancias pueden considerarse como detritus. La textura es granular, rompe en forma irregular con superficie áspera al tacto. El fuseno se conoce también con el nombre de "madre de carbón" y se considera como madera carbonizada parecida al carbón vegetal. El fuseno tiene una apariencia fibrosa, como de madera carbonizada, es poroso y blando. Esta variedad tiene poca importancia entre los constituyentes de los carbones, raramente su contenido excede de 3%. La materia volátil es muy baja y el porcentaje de cenizas es muy alto, variando de 7 - 20%.

Estos cuatro tipos de carbón corresponderían a las divisiones mayores o tipos litológicos, los cuales se subdividen a su vez en sus componentes macerales o phiterales aplicados a estas unidades orgánicas. Con respecto a la composición de los cuatro constituyentes citados, se puede decir que el vitreno se compone esencialmente de ulminas (90-97%) y resinas e hidrocarburos (8-39%); en el clareno, las ulminas se encuentran en una proporción de 70-95%, la materia opaca 0-5%, los restos de plantas 2-15% y las resinas 3-9%. En el durenno, las ulminas varían de 30-80%, la materia opaca de 3-5%, los restos de plantas 10-20% y las resinas e hidrocarburos 3-8%. El fuseno tiene 33-66% de ul-

minas, 33-66% de fibra carbonizada y 0,2% de ceras, resinas e hidrocarburos.

De los análisis racionales (químicos), se desprende que el tipo de carbón vitreno está formado por dos constituyentes esenciales: uno rico en hidrógeno, resinas e hidrocarburos y el otro bajo en hidrógeno o sea las ulminas (ácidos úlmicos modificados); el clareno contiene además exinas de esporas, granos de polen y cutícula; el durenno contiene los productos antes mencionados, a los que se les suma un alto porcentaje de materiales opacos y por último el fuseno, constituido por fibras carbonizadas, impregnadas con ulminas.

Los componentes citados tienen gran importancia en las propiedades físicas del carbón, puesto que el vitreno y el clareno se consideran como los agentes coquizantes de los carbones, en tanto que el fuseno y el durenno son inertes para la coquización. El carbón, al arrancarse, se divide en fragmentos grandes más duros y en finos más blandos; por lo tanto, el carbón en pedazos contiene más durenno y los finos son más ricos en vitreno y fuseno que son más blandos. Por lo tanto, estas dos granulaciones después de trituradas, se comportan de manera diferente en la coquización, teniendo los finos mejores características de coquización que el carbón en fragmentos mayores.

De acuerdo con el estudio petrográfico cuantitativo efectuado para el consorcio alemán Gutehoffnungshütte - Demag - Krupp (tabla N° 3), los carbones de Lobatera (Táchira) y de Naricual (Anzoátegui), son ricos en vitreno y clareno y los de Guasare y Cachirí (antiguamente Gachirí - Zulia), son ricos en tipos intermedios y tienen menor porcentaje de clareno y vitreno.

Estos análisis explican la diferencia en el grado de coquificación de los carbones venezolanos, tabulados en la tabla N° 3, donde se observa que los carbones de Guasare y Cachirí son menos favorables que los de Naricual y Lobatera, para la fabricación de coque metalúrgico.

En los resultados recopilados en la tabla N° 3, los carbones del Zulia, según el método viejo de análisis, figuran con un alto porcentaje de clareno. Este resultado que podrá conducir a errores, se debe a que en este método no hay grados intermedios entre el clareno y el durenno, incluyéndose erróneamente los intermedios como clareno. El nuevo método de análisis, corrige esta desventaja e indica evidentemente que los carbones del río Guasare y Cachirí son más bajos en vitreno y clareno y poseen una capacidad de aglomeración inferior a los de Naricual y Lobatera. Según los análisis, parece justificable considerar que los carbones de Cachirí y Guasare, aunque muy semejantes a los de Naricual y Lobatera, en lo que respecta a sus análisis elementales

(último) e inmediatos, no se presentan muy favorables a la coquización. Estos ejemplos demuestran la gran importancia de los análisis macerales en la clasificación de los carbones.

Los resultados obtenidos por el consorcio Gutehoffnungshütte difieren de los de la Eisenbau - Essen G.M.B.H (Estudio V-53 Industria Siderúrgica Venezolana, 1954), que considera que los carbones del Zulia pueden rendir un buen coque metalúrgico sin mezclas adicionales; esta diferencia podría explicarse debido a una recolección de muestras insuficiente y a las variaciones naturales de las propiedades de cada uno de los carbones a utilizar.

El resultado de los estudios petrográficos efectuados por el DR. FERRARA (1958) aparecen recopilados en la tabla 5, donde se observa que los carbones de Naricual se componen esencialmente de vitreno, aunque algunos presentan alto contenido de clareno (variación exinita). Estos resultados concuerdan con los del consorcio Gutehoffnungshütte Demag - Krupp.

ENSAYOS DE LABORATORIO

Análisis elemental, inmediato, dilatométrico y de destilación

Los resultados de estos análisis, efectuados por los laboratorios citados al comienzo de este capítulo, están recopilados en las tablas números 5, 6, 7 y 8. Estos análisis, junto con los petrográficos ya descritos, persiguen el fin de establecer las características de aglomeración de los carbones y mezclas de carbones de diferentes localidades venezolanas y algunos extranjeros, para obtener una base sólida para la elección del método de coquización a emplearse.

Estudiando detenidamente los cuadros de análisis de los carbones de Naricual y comparándolos con clasificaciones establecidas, se observa que los carbones no pertenecen a un rango determinado. Dejando a un lado el porcentaje de cenizas y azufre (que es muy bajo en Naricual), se observa que el porcentaje de carbono, hidrógeno y oxígeno los coloca en la familia de los ligno-bituminosos (sub-bituminosos). Aplicando una clasificación a base de sus análisis inmediatos (ASTM.), se nota que, como los carbones de Naricual tienen un porcentaje de carbón fijo inferior a 69%, deben clasificarse a base de su poder calórico y las características físicas de aglomeración. A base de estas características se pueden ubicar los carbones en el grupo 4 - B de los bituminosos con alto contenido de volátiles, poder aglomerante variable desde poco hasta moderado, calidad del coque obtenido variable desde fundido y compacto hasta pobremente fundido y friable.

El DR. FERRARA (tabla N° 5), siguiendo la clasificación internacional (Coal Survey Classification) y basado en el porcentaje de materias volátiles y el tipo de coque obtenido, agrupa los carbones de Naricual en el tipo de carbones medianamente coquizables, cuyo porcentaje de materias volátiles es superior al 37%.

Conclusiones de los análisis de laboratorio

En esta sección resumiremos las conclusiones alcanzadas por los diferentes laboratorios que han estudiado los carbones de Naricual:

1) De acuerdo con el informe de la Industria Siderúrgica Venezolana (Estudio V-53 - Eisenbau G.M.B.H.), los carbones venezolanos pueden rendir un coque metalúrgico si se eligen y se mezclan cuidadosamente los tipos de carbón. A base de sus investigaciones concluyen que los carbones de Naricual, Zulia y Táchira suministran, con una adición de 20-30% de carbón norteamericano para coque, un coque suficientemente resistente para ser utilizado en hornos de tamaño mediano.

2) Las conclusiones alcanzadas por el consorcio alemán Gutehoffnungshütte - Demag - Krupp, se pueden resumir de la manera siguiente: Los carbones analizados son hullas de formación reciente (Terciario), siendo el de Lobatera el más brillante y el que acusa el mayor porcentaje de carbonización. Todos los carbones debido a su elevado porcentaje de materias volátiles y bajo contenido de cenizas, son excelentes para la combustión y gasificación. En lo que respecta a la coquificabilidad del carbón, los ensayos de laboratorio permiten llegar a las siguientes conclusiones:

Los carbones de los ríos Guasare, Socuy y Cachirí no tienen poder aglutinante. Recuérdese que esta conclusión difiere de los resultados obtenidos por la Eisenbau, que considera a los carbones del Zulia como los de mejor coquización. El carbón de Naricual tiene un poder aglutinante muy reducido y el de Lobatera, en cambio, posee un elevado poder aglutinante; por lo tanto, el carbón de Naricual por sí sólo, no puede coquizarse y el de Lobatera no resulta práctico ni económico utilizarlo aisladamente, debido a la necesidad de transportarlo desde una distancia muy grande. Por estas razones, el consorcio opina que hay dos modos para llegar al coque adecuado para la siderúrgica del Orinoco:

- 1) Mezclar el carbón de Naricual con el de Lobatera.
- 2) Emplear adiciones apropiadas de asfalto y alquitrán para coquificar por sí sólo el carbón de Naricual. Los ensayos por el consorcio Gutehoffnungshütte Demag - Krupp, para verificar esta alternativa arrojaron las siguientes conclusiones:
 - a) No es posible fabricar un coque adecuado utilizando únicamente el carbón de Naricual sin mezclas

o adiciones. Tampoco se puede producir coque metalúrgico utilizando solos o mezclados los carbones de Socuy, Cachirí y Guasare; en cambio, es posible fabricar un coque para el horno eléctrico de reducción empleando únicamente el carbón de Lobatera.

b) Que los carbones de Naricual y Lobatera se prestan para la fabricación de un coque adecuado para el horno eléctrico de reducción, mezclados en la siguiente preparación: 70% de carbón de Naricual y 30% de carbón de Lobatera.

c) Que con el carbón de Naricual en panela y con escasos agregados de alquitrán y asfalto, se ha obtenido un coque prensado resistente que reúne excelentes cualidades.

Los ensayos en gran escala realizados en la fábrica de gas de Stadtwerke Lippstad de Dusseldorf, Alemania, han demostrado que ese procedimiento resulta económico y se puede llevar a la práctica sin mayores dificultades.

De acuerdo con los resultados obtenidos por FERRARA - VITROOKE (1958), se dividieron los carbones analizados en dos grupos:

a) Carbones que presentan condiciones normales de destilación, una perfecta fusión y poder de aglomeración. A este grupo pertenecen las capas 6 y 8 de Santa María (Tabla N° 5).

b) Carbones que funden bien y reúnen escaso poder aglomerante; a este grupo pertenecen las capas 9 de Santa María y la 1 y 7½ de Mallorquín, únicas capas analizadas de este paquete.

c) El carbón proveniente de las capas de Santa María y las primeras capas de Mallorquín pueden suministrar, en proporciones de mezclas convenientes, un coque siderúrgico bien fundido. Como los ensayos fueron realizados con carbones de niveles superiores, sus características físico - químicas deben mejorar en los niveles inferiores, en lo que se refiere al grado de carbonización. (Tabla N° 9)

Después de una serie de ensayos, se llegó a fijar que las mezclas más convenientes sería 50% de carbón de cada uno de los dos tipos descritos. No obstante, como puede observarse en la tabla N° 5, el coque obtenido con mezclas de los dos tipos de carbón de Naricual, aunque homogéneo y bien aglomerado, no es muy resistente.

Los mismos laboratorios ensayaron los carbones de Naricual con mezclas de carbones de coque norteamericano (Clintwood, 30 - 31 % de volátiles y Pocahontas 18% de volátiles), y obtuvieron excelentes resultados al producir un coque homogéneo, bien aglomerado y resistente. La utilización de sólo carbones de Naricual para la obtención del coque metalúrgico, traería consigo una explotación por separado de las capas de propiedades diferentes, lo que daría por resultado un aumento en el costo de explotación, ya que el proyecto

de las minas ha sido concebido para explotar la mina con unidad y no para una explotación selectiva.

Los suscritos, a base de los resultados alcanzados por los diferentes laboratorios e institutos abocados al estudio del problema de los carbones venezolanos, consideran lo más aconsejable utilizar los carbones de Naricual mezclados con cierto porcentaje importado de carbón para coque o utilizar el carbón de Naricual, con adiciones de alquitrán y asfalto. Por estos procedimientos se eliminaría la explotación selectiva de la cuenca carbonífera de Naricual, y se obtendría un coque más resistente que el obtenido, mezclando únicamente carbones venezolanos.

EXTENSIÓN Y RESERVAS DEL TRAMO CARBONÍFERO

La cuenca carbonífera de Naricual, como se dijo anteriormente, se encuentra enclavada en el flanco sur del anticlinal volcado de Bergantín - Araguaita y se extiende de una manera más o menos continua desde Minas Sin Nombre, al oeste del poblado de Naricual, hasta el río Capiricual, al este del caserío de La Unión, por una longitud aproximada de 25 kilómetros y una anchura de unos dos kilómetros. Debido a la confusión en la nomenclatura de las diferentes capas explotadas, se ha creído conveniente, una vez finalizados los dos pozos de extracción y el transversal principal de Santa María, numerar las capas en la región de la mina de Santa María del 1 al 21, con el objeto de obviar esa dificultad; no obstante, se ha tratado de establecer cierta correlación con la terminología antigua usada por GONZÁLEZ DE JUANA Y AGUERREVERE (1939).

Paquete de Santa María

Las capas explotadas de carbón estratigráficamente más profundas, corresponden al paquete Santa María y se explotaban en las capas 6, 8 y 9; también se ha trabajado este paquete en el Socavón de Las Delicias, Cerro Grande y Nueva Peraza, donde las capas se conocen bajo los nombres de capa 1, capa Gómez, capa 19 de Abril y capa 4, y por último, se ha explotado en las Tomas Nuevas, donde las capas se denominan 2, 3 y 4. El paquete desaparece al occidente, bajo los aluviones del río Neverí y al oriente bajo los aluviones del río Naricual. (Fig. 9)

Paquete Mallorquín

Suprayacente al paquete Santa María, se encuentra el paquete Mallorquín, el que también a su vez desaparece bajo los aluviones del río Neverí, al oeste de la Mina Sin Nombre. Dicho paquete fue explotado en la

Tabla N° 6 Ensayos de laboratorio inmediatos y dilatométricos
(Tabla tomada del Informe del Consorcio
Gutehoffnungshütte-Demeg-Krupp (1954-Tabla N° 4))

Ensayo N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
Ensayista	Dr. Otto Dahihausen														Steinkohlensyndikat Essen							
Clase de carbón	Naricual		Lobatera		Guasare		Socuy		Cachiri		Lobatera		Lobatera		Lobatera		Lobatera					
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%				
	Naricual		Lobatera		Guasare		Socuy		Cachiri		Lobatera		Lobatera		Lobatera		Lobatera					
	75%	50%	25%	67%	25%	50%	75%	33%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%				
	Coque de (1-2-3)33%		Coque de mudo 10%		Lobatera a 850° C		Naricual a 850° C		Naricual A 1100° C		Naricual Lobatera 50%		Naricual Lobatera 70%									
Análisis inmediato	En peso																					
Agua	%	7,16	2,0	12,16	11,7	17,6	-	-	-	-	18,9	13,8	13,2	4,8	6,7	9,8	8,8	6,3	10,2	11,0	10,0	9,9
Cenizas	%	7,74	9,30	4,92	10,95	11,30	-	-	-	-	12,8	6,8	6,3	7,8	8,0	9,9	9,0	9,8	2,0	6,3	6,2	7,0
sa	%	37,35	43,73	40,89	38,86	9,24	-	-	-	-	45,1	44,6	44,9	50,0	48,6	37,1	43,3	48,1	42,7	42,3	44,8	43,7
Componentes volátiles sac	%	62,65	56,27	59,11	61,14	60,76	-	-	-	-	54,9	55,6	55,1	50,0	51,4	62,9	56,7	51,9	57,3	57,7	55,2	56,3
Rendimiento de coque sac	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,95	0,56	0,56	0,60	0,72	-	-	-	-	-	-	-
Azufre total	sa																					
Ensayo dilatométrico																						
Comienzo del ablandamiento	°C	366	300	-	-	-	305	300	320	300	371	341	350	311	-	-	-	-	-	-	-	489
Comienzo de resolidificación	°C	450	444	-	-	-	438	433	457	420	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Contracción	%	-	24	-	-	-	25	27	-	25	7	13	13	21	-	-	-	-	-	-	-	194
Dilatación	%	-22	182	-	-	-	128	-22	-33	51	-	-	-	-	0	0	0,5	3	-	-	-	-
Índice de hinchamiento		Muy poca	Demasiado fuerte	-	-	-	Buena	Poca	Muy poca	Buena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquizabilidad																						

Sa exento de agua
Sac exento de agua y cenizas

Tabla N° 7. Análisis inmediato, elemental y de dilatación
(Gutehoffnungshütte Demag-Krupp (1954 Tabla N° 5))

Ensayo N°	Carbón de Ensayista	I 12						I 13			I 14					
		Naricual 100% Dr. Otto			Naricual 100% Steinkohlensyndikat			Lobatera 100% Dr. Otto			Lobatera 100% Steinkohlensyndikat			Naricual 70% Steinkohlensyndikat		
	En	C	Sa	Sac	C	Sa	Sac	C	Sa	Sac	C	Sa	Sac	C	Sa	Sac
<u>Análisis inmediato</u>	Peso															
Agua	%	7,07	1,46	-	10,6	-	-	2,00	0,30	-	8,7	-	-	8,2	-	-
Cenizas	%	-	7,74	-	13,0	14,5	-	-	9,30	-	7,3	8,0	-	6,3	6,9	-
Comp. volátiles	%	-	37,35	-	31,8	35,6	41,6	-	43,73	-	40,8	44,7	48,6	-	-	-
Rendimiento de coque	%	-	62,65	-	-	-	-	-	56,27	-	-	-	-	-	-	-
		Según Much			Según Jenkner			Según Much			Según Jenkner			Según Jenkner		
<u>Análisis elemental</u>	En															
	Peso															
Carbono	%	-	70,94	76,79	-	-	-	74,24	81,85	70,93	77,69	84,45	-	-	-	-
Hidrógeno	%	-	5,16	5,59	-	-	-	6,05	6,67	5,52	6,05	6,58	-	-	-	-
Azufre combustible	%	-	0,97	1,05	-	-	-	0,69	0,76	-	-	-	-	0,58	0,63	-
Azufre total	%	-	-	-	-	-	-	-	-	0,66	0,72	-	-	-	-	-
Nitrógeno	%	-	1,89	2,05	-	-	-	1,23	1,36	1,17	1,28	1,39	-	-	-	-
Oxígeno	%	-	-	14,52	-	-	-	-	9,36	-	-	-	-	-	-	-
<u>Análisis de destilación</u>	En															
	Peso															
<u>Substancia:</u>	%															
Coque	%	-	66,68	-	60,41	67,57	62,07	-	67,68	-	54,20	59,36	55,83	57,96	63,14	60,42
Aiquitrán	%	-	2,36	-	6,13	6,86	8,02	-	4,12	-	11,48	12,57	13,66	7,09	7,72	8,29
Agua formada	%	-	7,87	-	5,59	6,25	7,31	-	6,22	-	4,13	4,52	4,91	6,22	6,78	7,28
Amoníaco total	%	-	0,41	-	0,22	0,25	0,29	-	0,20	-	0,16	0,18	0,20	0,30	0,33	0,35
<u>En el gas:</u>																
Hidrógeno sulfurado	%	-	1,02	-	0,11	0,13	0,15	-	0,16	-	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,30
Benzol	%	-	1,16	-	1,13	1,26	1,47	-	2,10	-	1,76	1,93	2,10	1,22	1,33	1,43

C = crudo
Sa = exento de agua
Sac = exento de agua v ceniza

Tabla N° 8. Análisis químico de los carbones de Naricual y río Unare.

	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	Promedio
Humedad	1,07	3,47	15,65	3,37	3,24	4,37	5,00	4,20	3,28	8,27	0,99	6,13	4,09	5,49	3,11	4,78%
Ceniza	3,42	7,77	2,12	5,07	1,42	1,51	1,99	3,75	1,29	1,92	3,03	0,58	2,43	0,83	1,50	2,575%
Mat.	38,74	35,17	47,54	37,35	39,32	37,66	41,78	39,58	40,26	44,24	40,39	38,34	41,14	39,36	36,43	39,82%
Volátiles																
Carbón fijo	57,84	57,06	50,34	57,58	59,26	60,83	56,23	56,67	58,45	53,84	56,58	61,08	56,43	59,81	62,07	57,60%
Potencia	8.030	7.280	6.660	7.700	7.980	7.810	7.680	7.850	7.940	6.890	8.350	7.680	7.710	7.730	7.910	7.680%
CAL./gr.	14.464	13.117	12.000	13.874	14.378	14.072	13.838	14.144	14.306	12.414	15.045	13.838	13.892	14.928	14.252	13.904%
Calórica b.t.u.																
Azufre	1,35	0,80	0,64	3,80	0,72	0,48	0,98	0,76	0,62	1,09	2,07	0,70	0,96	0,59	0,78	1,089%
Relación de Combustibles	1,49	1,62	1,06	1,54	1,51	1,62	1,35	1,43	1,45	1,22	1,40	1,59	1,37	1,52	1,70	1,458
Localidad	Naricual	"	"	"	"	"	"	"	"	"	Río Unare	Naricual	"	"	"	"

Cuadro de análisis elementales de los carbones de Naricual

Muestras	1	2	3	4	Promedio
HUMEDAD	2,50	2,88	2,49	2,15	2,505
CARBONO	77,00	74,65	80,02	79,24	77,727
HIDROGENO	6,80	6,76	6,93	6,40	6,72
OXIGENO	8,10	10,70	5,99	8,07	8,215
NITROGENO	2,10	2,14	2,43	2,04	2,177
AZUFRE	1,20	1,05	0,46	2,09	1,20
CENIZAS	2,30	2,83	2,13	1,11	2,09

Tabla N° 9. Correlación entre unidades macerales y sus ingredientes químicos del carbón

(FRANCIS (1954) pág. 292-Tabla VI-IX)

Unidades macerales (Nomenclatura europea)	Componentes del carbón (Nomenclatura americana)	Ingredientes químicos	
Vitreno	Colinita	Sin nombre	Ulminas dispersas, coloidales o ácido húmico.
	Xylenita	Sin nombre	Ulminas subhidratadas con estructuras derivadas de maderas.
	Periblinita	Sin nombre	Ulminas normales hidratadas con estructuras derivadas de corteza.
	Suberinita	Sin nombre	Ulminas perhidratadas, derivadas de corteza.
	Fuseno	Fusinita	Tejidos altamente carbonizados impregnados con ulminas o materia inorgánica.
Cloreno y dureno	Micrinita	Materia opaca	Ulminas subhidratadas, insolubles o sales del ácido húmico.
	Resinita	Resina	Resina asociada con ceras o hidrocarburos.
	Cutininita	Cutícula	Principalmente ácidos grasos, anhídratos, lactonas e hidrocarburos.
	Esporinita	Esporas, granos	
	Exinita	de polen	

Mina Sin Nombre, donde se le conoce con los nombres de Providencia, Sin Nombre N° 1, Sin Nombre N° 2, capa 7 y capa 8. En la mina de Mallorquín, sus capas fueron numeradas del 1 al 8, habiendo sido explotadas hacia el este en el Socavón de San Antonio, de las Tomas Viejas, en la Quebrada Cortese, Socavón Inglés y en la quebrada Aragüita, donde se explotó en la capa 5. (Fig. 6)

Paquete Aragüita

El paquete Aragüita se encuentra suprayacente al de Mallorquín y ha sido explotado en la quebrada de su nombre, en las capas llamadas capas 1, 2, 2½ y 3. Su extensión occidental ha sido constatada solamente hasta la Quebrada Cerro Grande. (Fig. 10)

RESERVAS

Para el cálculo del carbón existente en la cuenca de Naricual, se establece como base el hecho conocido de que los paquetes presentan una continuidad lateral notable, sin que ello implique una correlación perfecta capa por capa o la ausencia de estrechones y lenticularidades de los lechos de carbón. El cálculo de reservas se hizo tomando en cuenta los lechos que hasta ahora han sido reconocidos y explotados. En cuanto a la profundidad de explotación, esta ha sido convencionalmente fijada por los técnicos de la Dirección de Minas del Ministerio de Minas e Hidrocarburos, en unos 400 metros y para el propósito de la estimación del tonelaje el peso específico del carbón se considero de 1,2.

Es interesante hacer constar, el hecho de que al usar para el cálculo de las reservas la profundidad de explotación y no la longitud a buzamiento de las capas de carbón, como debía ser el caso, se ha omitido una apreciable cantidad de carbón, debido a que para un buzamiento promedio de 45° de las capas Santa María y Mallorquín, le correspondería una longitud a buzamiento de unos 560 metros a 400 metros de profundidad. De esta manera, al calcular las reservas, intencionalmente se ha omitido esa diferencia a fin de aumentar el coeficiente de seguridad en las reservas explotables.

El método clásico a seguir en el cálculo de las reservas, cuando el buzamiento de los lechos varía entre 28° y 70°, es el de considerar cada capa por separado, multiplicando su longitud conocida probable o posible a rumbo, por la conocida probable o posible a buzamiento y multiplicar este producto por la potencia de la capa y peso específico respectivo. Como ha de suponerse en tales casos, de un 25% - 35% de las reservas totales se pierde por caracteres inherentes a los lechos de carbón, tales como esterilidades, estrechones, lenticularidad, fallamiento y por obras de fortificación de las minas, como pilares, etc., por lo que se hace necesario aplicar luego al cálculo un factor de recuperación variable de 70% - 75%.

Este procedimiento se emplea debido al hecho de que el área que cubre los depósitos no representa la verdadera superficie de las capas de carbón; sin embargo, en nuestro caso hemos preferido tomar la potencia de los paquetes en lugar de las correspondientes a cada capa, por estimar que de este modo se compensan las oscilaciones que cada capa puede experimentar aisladamente y en lugar de tomar la longitud a buzamiento, se tomó una profundidad asequible de 400 metros, que se considera prudencial en el estado actual de desarrollo de la técnica minera.

Finalmente, se consideró cada paquete como constituido solamente por las capas de carbón que han estado en explotación, prescindiendo de todas las demás por no estimarlas suficientemente reconocidas en el subsuelo, no obstante presentar algunas de ellas, potencias aceptables en los afloramientos. En estas condiciones se tendrá para la potencia de los diferentes paquetes un espesor medio deducido de las labores mineras, calicatas, sondeos exploratorios y labores actuales de preparación de las minas, valores estos consignados en la columna estratigráfica generalizada, pozos de extracción y transversal principal de Santa María.

Hay muchos factores que influyen adversamente en el cálculo exacto de las reservas, a saber:

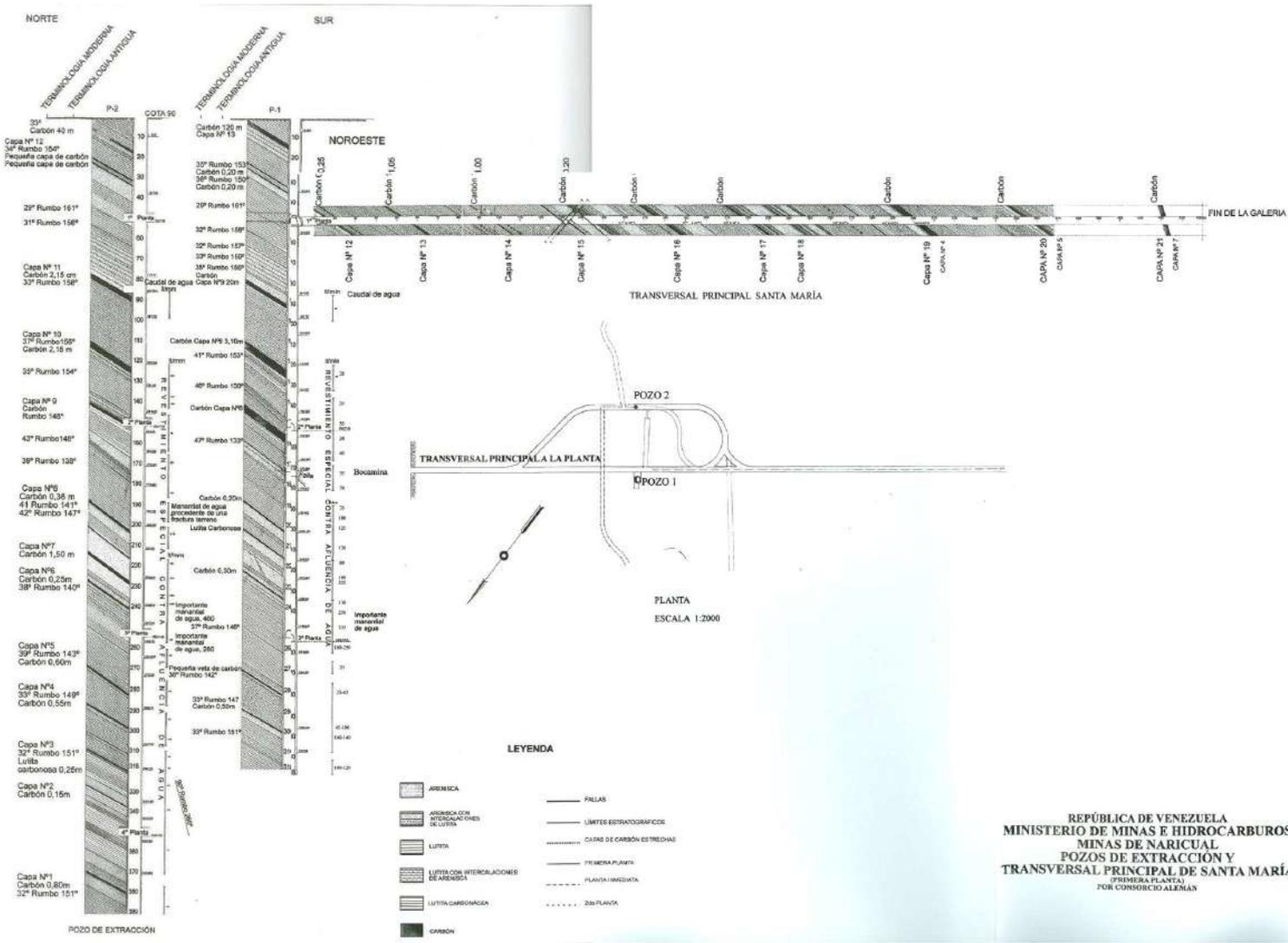
- 1) Que los lechos de carbón se encuentran muy alterados hasta una profundidad superior a diez metros.
- 2) La falta de exploraciones completas en el sentido del buzamiento hasta la profundidad de 400 metros, considerada como límite inmediato de explotabilidad.
- 3) Escasez de conocimiento en lo relativo a estrechamiento y lenticularidad de las capas, factores estos que pueden causar que el carbón desaparezca a corta distancia de los límites de las labores actuales y de los sondeos exploratorios efectuados.

En este trabajo, los términos de reservas probadas, probables, posibles, a nivel y a profundidad han sido utilizadas de acuerdo con las normas clásicas establecidas a tal efecto.

Reservas Probadas. Las computadas a base de tres dimensiones conocidas: longitud a rumbo, profundidad y potencia, determinadas a base de estudios geológicos, labores mineras y sondeos exploratorios.

Reservas Probables. Las computadas a base de dos dimensiones conocidas: longitud a rumbo y potencia, obtenidas por estudios geológicos y labores mineras superficiales.

Reservas Posibles. Las computadas a base de una dimensión conocida: longitud a rumbo, inferida exclusivamente a base de estudios geológicos.



REPÚBLICA DE VENEZUELA
 MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS
 MINAS DE NARICUAL
 POZOS DE EXTRACCIÓN Y
 TRANSVERSAL PRINCIPAL DE SANTA MARÍA
 (PRIMERA PLANTA)
 POR CONSORCIO ALEMÁN

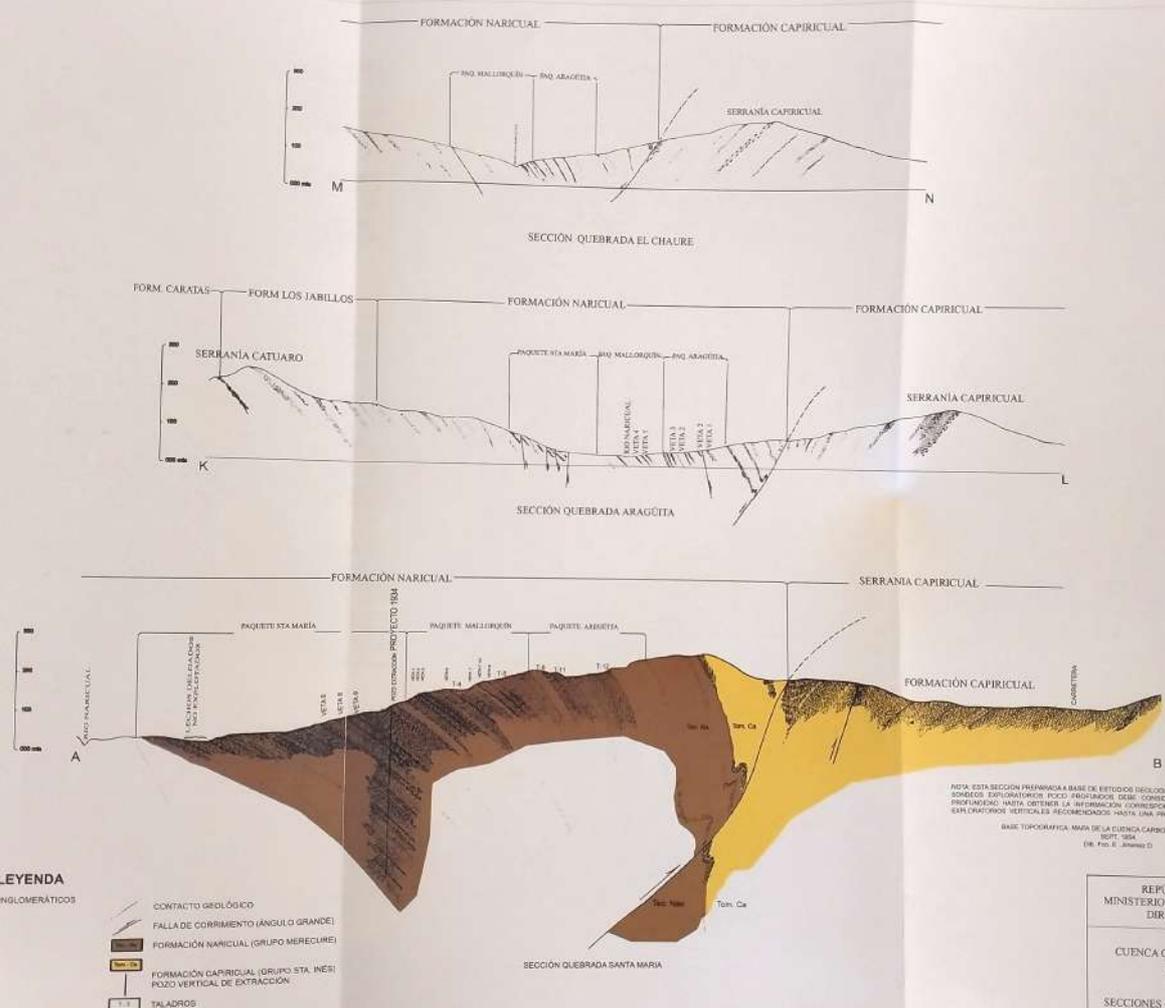


Fig. 10. Secciones geológicas transversales

CALCULO DE RESERVAS TOTALES DE LA CUENCA

Para el cálculo de reservas la cuenca de Naricual, desde el poblado de su nombre hasta La Unión, límite oriental de explotabilidad, se ha dividido convencionalmente en tres zonas, de acuerdo con las informaciones geológicas, mineras y del subsuelo, las cuales aparecen en el mapa adjunto identificadas como:

- Zona "A" - Reservas probadas y probables.
- Zona "B" - Reservas probables.
- Zona "C" - Reservas posibles.

Zona "A" (Explotación Inmediata)

La Zona "A", abarca desde el pueblo de Naricual hasta la Quebrada Cortese, en una longitud de unos 5,2 kilómetros. En esta sección, se computaron las reservas de los paquetes Santa María y Mallorquín, cuya continuidad a rumbo y buzamiento ha sido constatada mediante labores mineras, calicatas y sondeos exploratorios. Dada la circunstancia de no haberse podido llevar a cabo sondeos exploratorios hasta la profundidad de 400 metros en toda la zona, es por lo que se convino en denominar reservas probadas y probables las de la Zona "A"; esta zona es la mejor conocida y donde se encuentran las mayores reservas de la cuenca de Naricual, en cuyo extremo occidental se iniciará la explotación para la Siderúrgica Nacional. Se ha estimado, por lo tanto, un factor de recuperación de 75% de las reservas brutas. Las reservas brutas alcanzan a unas 39.936.000 toneladas y las explotables unas 29.952.000 toneladas.

Zona "B" (Reservas Probables)

La Zona "B", se extiende desde Las Tomas Nuevas hasta la Quebrada Los Catires, en una longitud de unos 2,7 kilómetros aproximadamente. El tonelaje de esta sección corresponde únicamente a los paquetes de Mallorquín y Aragüita, debido a que experiencias efectuadas en el paquete Santa María, en las minas de El Pegón, La Concordia y Simplicio, no dieron resultados satisfactorios.

El paquete Mallorquín ha sido identificado a base de labores mineras y estudios geológicos y de las ocho capas explotables en su extremo occidental, tan sólo han sido identificados cinco lechos de carbón en el Socavón San Antonio, dos en el Socavón Inglés y cinco en la Quebrada Cortese. De lo expuesto, puede deducirse que las capas en esta sección sufren cierto cambio en menoscabo de su potencia y calidad, como lo demuestra el hecho de que las labores mineras en Cortese y Socavón Inglés, no dieron resultado muy satisfactorio, por lo que se ha considerado prudente rebajar la potencia explotable del paquete en esta zona a siete metros.

El paquete Aragüita, tan sólo ha sido explotado en la quebrada de su nombre, donde han sido identificadas cinco capas de carbón con un espesor total de cinco metros. De acuerdo con las últimas investigaciones, las capas reducen su espesor hacia el oeste, hasta desaparecer en la Zona "A".

Para el cálculo de las reservas en la Zona "B", se han tomado únicamente dos kilómetros como longitud a rumbo, cinco metros de potencia y como límite probable de explotación una profundidad de 400 metros. Las reservas brutas se estiman en unos 12.960.000 Tm y las reservas explotables en unos 7.200.000 Tm.

Zona "C" (Reservas Posibles)

Esta zona cubre la parte oriental de la cuenca carbonífera e incluye la zona recientemente prospectada, la cual se extiende desde la Quebrada Los Catires hasta el caserío de La Unión, en una longitud aproximada de 5,4 kilómetros. Debido a que en esta zona no se han efectuado labores mineras ni estudios del subsuelo, la estimación de las reservas se obtuvo únicamente a base de estudios geológicos de superficie y calicatas, en algunos afloramientos, de manera que como longitud a rumbo se ha tomado la distancia total entre los extremos de afloramientos de carbón, cuya continuidad ha sido suficientemente comprobada mediante una prospección geológica detallada a lo largo del curso del Río Naricual y afluentes principales.

Para los fines del cálculo se ha asumido para los tres paquetes una potencia de unos diez metros de carbón, en lugar de la correspondiente a cada paquete, por considerar que de esta manera se compensan mejor las variaciones individuales de los lechos, dentro de cada paquete. Como límite prudencial de explotación, se ha tomado la profundidad de 400 metros. Las reservas brutas se estiman en 23.328.000 Tm y las explotables en 16.329.600 Tm. (Tabla 10)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) El cálculo de reservas se efectuó desde la localidad Mina Sin Nombre hasta el poblado de La Unión, 15 kilómetros al este del poblado de Naricual, área que representa un 70% de la potencialidad de la cuenca. Convencionalmente, se dividió la cuenca para el cálculo del tonelaje en tres zonas: "A", "B" y "C", cuyas reservas brutas alcanzan a unos 76.224.000 Tm y las reservas explotables totales a unos 53.481.600 Tm.
- 2) Los estudios petrográficos macerales, demuestran que los carbones de Naricual se componen

esencialmente de vitreno, aunque algunos presentan alto contenido de exinita. A base de sus propiedades físico - químicas, se pueden clasificar los carbones de Naricual en el grupo 4 - B de las bituminosas altamente volátiles, con un poder aglomerante variable desde poco hasta moderado y con respecto al coque obtenido, varía desde fundido y compacto hasta débilmente fundido y friable.

3) Los carbones de Naricual se prestan para la fabricación de un coque adecuado para el horno eléctrico de reducción, mezclado en proporciones adecuadas con los carbones de Lobatera o con carbones para coque importados. El carbón de Naricual, en panela y con escasos agregados de alquitrán y asfalto, ha rendido un coque prensado y resistente que reúne excelentes cualidades; sin embargo, los carbones procedentes de las capas del paquete Santa María y las primeras capas de Mallorquín pueden suministrar, en proporciones de mezclas convenientes, un coque siderúrgico bien fundido, aunque de inferior calidad que el obtenido con mezclas de otros tipos de carbón o adiciones de asfalto y alquitrán.

4) Sería aconsejable y prudente continuar el programa de sondeos exploratorios inclinados y verticales profundos, ya recomendados por la Dirección de Geología, cuando se llevó a cabo la exploración geológico minera, en los años 1952 - 1954 y llevar a cabo la reapertura de las antiguas labores mineras al este de la Quebrada Cerro Grande, a fin de preparar un programa racional de exploración de la Zona "B" y tener así asegurado el abastecimiento de carbón para la Planta "Siderúrgica" por un periodo de unos 25 años.

5) El área que debe cubrirse en esta exploración del subsuelo, sería la siguiente: continuación de la Zona "A", a partir de la Quebrada Cerro Grande y exploración de la Zona "B", desde la Quebrada Los Corteses hasta la Quebrada Los Catires, dejando el estudio del subsuelo de la Zona "C" para una exploración posterior. El programa de sondeo de esta última zona estará condicionado por las reservas totales de las Zonas "A" y "B", y por los requerimientos de la Planta Siderúrgica.

6. Es recomendable, para garantizar una completa independencia en el suministro de materias primas para la Planta Siderúrgica, efectuar un estudio geológico detallado de la cuenca carbonífera del Estado Zulia, completada por sondeos y labores mineras auxiliares, ya que, como es sabido, esta cuenca posee las mayores reservas de carbón del país, de excelentes propiedades físicas y químicas.

BIBLIOGRAFÍA

ASTM. (1924). Standard specifications for gas and coking coals, Designation D. 166-24.

----- (1937). Standard specifications for classification of coals by grade, Designation D. 389-37.

----- (1938). Specifications for classification of coals by rank. D. 388-38.

BELLIZZIA G., A.; MARTIN B., C. (1953). Estudio geológico minero de la cuenca carbonífera de Naricual, Dirección de Geología, MMH, *Archivos* Dirección de Geología, Caracas,

----- (1954). Geología y reservas de la cuenca carbonífera de Naricual, estado Anzoátegui. Apéndice por G. Márquez y H. Garriga: Investigación del subsuelo, Dirección de Geología, *Archivos*, MMH, Caracas.

EISENBAU - ESSEN G. m. b. H. (1954). Estudio V-53 (Dres. Berferhoff y Wasmiuth), Industria Siderúrgica Venezolana.

FERNANDEZ DE CALEYA, C.; PARADISI, C.; FREEMAN, C. (1943-1946). Informes varios sobre hulleras de Naricual, 1943 - 1946. Departamento de Minería y Geología, *Archivos*, MF, Caracas.

FERNANDEZ LAREDA, J. M. (1951). Symposium de temas básicos de química aplicada. Cap. I, II y III, Aguilar S. A. de Ediciones, Madrid.

FERRARA DI GRAGNANO, E. (1958). El carbón del Naricual. *Rev. dei Combustibili*, 12(2): 847-885.

FRANCIS, W. (1954). Coal, its formation and composition. Edward Arnold Ltd., London, 567 p.

GONZALEZ DE JUANA, C.; AGUERREVERE, S. E. (1938). Informe geológico de parte de los depósitos de carbón del río Naricual. Departamento de Minería y Geología, *Boletín de Geología*, MF, Caracas, 2(1): 5-33.

GUTEHOFFNUNGSHÜTTE - DEMAG - KRUPP (1954a). Dictamen sobre la fabricación con carbones venezolanos de un coque adecuado para el horno eléctrico de reducción. Gutehoffnungshütte - Demag - Krupp, Alemania.

----- (1954b) Primer suplemento correspondiente al dictamen referente a la producción de un coque con carbones venezolanos para el horno eléctrico de reducción. Gutehoffnungshütte - Demag - Krupp, Alemania.

- HEDBERG, H. D. (1937). Estratigrafía de la sección del río Querecual en el noroeste de Anzoátegui, Venezuela. Departamento de Minería y Geología, *Boletín de Geología, MF*, Caracas, 1(2-4): 253-265.
- (1950). Geology of the eastern Venezuela basin (Anzoátegui - Monagas - Sucre-eastern Guárico portion). *Geol. Soc. Am., Bull.*, 61(11): 1173-1216.
- JELAMBI, O. (1951). Propiedades de coquificación del carbón de Naricual. *Revista, CIV*, Caracas, N° 188, p. 25.
- MARSHALL, C. E. (1955). Coal petrology, *Econ. Geol., Fiftieth Anniversary Volume, Part II*, pp. 757-834.
- MOORE, E. (1952). Coal. John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 40-43.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL COMMITTEE (1947). Chemistry of coal utilization. Vol. I, Cap. 1, 2, 3 y 6, John Wiley & Sons, Inc., New York,
- ROD, E. (1959). West end of Serranía del Interior, eastern Venezuela. *Am. Assoc. Petrol. Geol., Bull.*, 43(4): 772-789.
- YOUNG, G. A.; BELLIZZIA G., A.; RENZ, H. H.; JOHNSON, F. W.; ROBIE, R. H.; MAS VALL, J. (1956). Geología de las cuencas sedimentarias de Venezuela y de sus campos petrolíferos. *Boletín de Geología Public. Esp. N° 2*. MMH, Caracas, 140 p.