DATOS PARA LA GEOLOGIA DEL ESTADO DE OAXACA,

por el Ing. de Minas Teodoro Flores.

(Láminas XX y XXI).

En una exploración, que á fines del año próximo pasado, hice en el Estado de Oaxaca, á través de las cuencas de los ríos Mixteco y Peñoles, recogí algunos datos sobre la geología de una parte de la región que abarcan esas cuencas, datos que me voy á permitir exponer en el seno de nuestra Sociedad, con el deseo de contribuir en algo al conocimiento de la geología de esa importante región.

La zona que comprenden dichas cuencas se encuentra situada en una fracción muy montañosa del territorrio del Estado, la que por su accidentada topografía se ha conservado casi completamente aislada de las vías de ferrocarril; pues es solamente accesible por dos puntos bastantes lejanos, de esas vías: por la estación de "Parián" del Ferrocarril Mexicano del Sur, situada á más de setenta kilómetros al N. E. de la población de Tlaxiaco, estación que puede decirse sirve de entrada comercial á las llamadas Mixtecas Oaxaqueñas y por la estación terminal "Mucio Martínez" del Ferrocarril de Tlacotepec á Huajuapam, que se encuentra al Norte de ésta última población, próximamente á sesenta kilómetros de distancia.

A esa accidentada topografía se debe también que las vías de comunicación sean en la región misma muy difíciles y todas exclusivamente de herradura, circunstancia que ha influído quizá en gran manera, para que haya permanecido por algún tiempo poco conocida, bajo el punto de vista geológico; pues con excepción de los reconocimientos geológicos que en su porción septentrional hizo el Sr. J. G. Aguilera, por los años de 1887 y 1888 y de los estudios de Félix y Lenk en los alrededores de Tlaxiaco, nada se sabía acerca de la geología del resto de esta región. El ingeniero D. Santiago Ramírez visitó en 1881 una pequeña parte de ella, limítrofe con el Estado de Puebla y ninguna exploración se había llevado á cabo hasta ahora, en la cuenca del río de Peñoles, que había figurado en blanco en la carta geológica de nuestro país.

El interés que presenta esta región es ya bastante por los sedi-

mentos mesozoicos fosilíferos que contiene; pero aumenta más todavía por la presencia, entre algunos de estos sedimentos, de mantos de carbón, que aunque no son actualmente de verdadera importancia industrial, en parte por la falta de vías fáciles de comunicación que he señalado, y en parte por la calidad del carbón, son sin embargo, de mucho interés científico y el conocimiento que del modo de ser de estos criaderos se adquiera, contribuirá á formar el cuadro de los carbones mexicanos.

En el croquis geológico adjunto he marcado los itinerarios que seguí en mi exploración á través de una y otra cuenca, para precisar las regiones recorridas; además, he limitado algunas formaciones entre sí, hasta donde me lo ha permitido la exactitud del plano topográfico de que he podido disponer; he hecho esta limitación aproximada con el objeto de dar una idea de conjunto de la geología de la región, estando por lo tanto sujeta á las rectificaciones que necesariamente traerán consigo un buen plano topográfico detallado de la región y un estudio más completo de la misma, que el que puede hacerse en una rápida exploración geológica. Los referidos itinerarios atraviesan parte de los Distritos de Nochixtlán, Teposcolula, Huajuapam, Silacayoapam y Jamiltepec, una porción del nuevamente eregido Distrito de Putla y casi todo el Distrito de Tlaxiaco; como puede verse en el croquis, estos itinerarios tienden á comprender, por una parte la cuenca del río de Peñoles, hasta su confluencia con el río Atoyac; y por la otra, la del río Mixteco, hasta cerca de los límites del Estado con el de Puebla.

FISIOGRAFIA.

De la importante eminencia del Zempoaltepec, que eleva su cumbre próximamente á 4,000 metros sobre el nivel del mar, en el Distrito de Villa Alta, casi en el centro del Estado de Oaxaca, parten las dos cadenas de montañas que con los nombres de Sierra Madre Occidental y Sierra Madre Oriental, recorren nuestro país, la una paralelamente á las costas del Pacífico y la otra á las del Golfo de México; en la primera de estas dos cadenas montañosas que atraviesa la mayor parte del Estado, se encuentra la región explorada, la cual abarca también algunos de los elementos orográficos de segundo orden en que se subdivide dicha cadena; estos elementos secundarios de relieve, que con los nombres de Sierras de Nochixtlán, Itundujia, Chicahuaxtla y Coycoyán, se desprenden de la Sierra Madre Occidental, se descomponen á su vez en numerosos y variados

eslabones de diversa importancia, imprimiendo así á la topografía del terreno su carácter sumamente accidentado, á la vez que agreste y pintoresco en extremo.

Los diversos grupos de montañas y sierras formados de este modo, constituyen elementos de relieve que no han hecho su aparición en la misma época; sino que al contrario, son debidos á levantamientos sucesivos de los cuales los más modernos corresponden casi siempre á las mayores elevaciones absolutas; estos elementos de relieve circundan algunas veces á valles de cierta extensión, como son, por ejemplo, los de Nochixtlán, Atoyaquillo, San Mateo Yucutindó; pero los valles de la región son generalmente estrechos y longitudinales, los cuales, comunicándose entre sí, realizan su desagüe unas veces directamente al Océano Pacífico, por el río de Peñoles, y otras indirectamente por intermedio del río Balsas, hacia cuya cuenca de erosión se dirige el río Mixteco.

El río de Peñoles, de régimen permanente en una parte de su curso, nace en las cercanías del Mineral de este nombre y después de recibir algunos pequeños afluentes, que provienen de las alturas de San Miguel Peras y otras del Distrito de Zimatlán, se dirige al S.O. hacia el pueblo de San Mateo Xindihui, en cuyas inmediaciones se reune con el río de Nochixtlán para seguir después hacia el Sur entre las poblaciones de Iolotepec y Cuanana, en donde toma el nombre de río de Cuanana y más abajo el de río de Ixtayutla hasta su confluencia con el Atoyac formando desde allí los dos juntos, el río Verde que desemboca en el Océano Pacífico; el tramo llamado río de Cuanana recibe un afluente formado por los ríos de Chalcatongo y Yutamá unidos, y en el llamado río de Ixtayutla desemboca el Río Grande, formado por los ríos torrenciales de La Concepción, El Pájaro, Copala y Purificación, que nacen en las inmediaciones de Copala y Putla y por los ríos de Yutacuiñe y otros de menor importancia que reunidos forman el río de Paridas.

El río Mixteco que hace el desagüe de la región hacia la cuenca del Balsas, recorre el Estado con una dirección general N.NO., desde su nacimiento en las montañas de Tlaxiaco, hasta su confluencia con el río Atoyac ó Poblano frente á San Juan del Río, en el Distrito de Chiautla del Estado de Puebla y se forma principalmente de los ríos Mixtepec, Michiapa, Teposcolula y Huajuapam que nacen respectivamente de las montañas de Tlaxiaco, Santa María Chayuco, San Vicente Nuñio y Cuentepec.

El sistema hidrológico de la región, está pues, bien caracteriza-

do por su división en dos vertientes: una hacia el Pacífico, representada por la cuenca hidrográfica del río de Peñoles, cuya dirección general es de Norte á Sur, y la otra hacia la cuenca del río Balsas, representada por el río Mixteco y sus afluentes, pudiendo considerarse lá línea Teposcolula-Tlaxiaco-Copala, como la parte-aguas de estas dos vertientes.

GEOLOGIA.

De una manera general la región explorada puede considerarse constituida por un macizo primitivo sobre el cual descansan sedimentos mesozoicos, coronados por formaciones terciarias y cuaternarias.

El macizo primitivo está formado por gneiss, mica-pizarras y phyllades y se extiende al S. y S.E. de Copala hasta Ixtayutla: al N.O. de Silacayoapam en El Realito, San Sebastián, Zacatepec y Amatitlán y aparece en manchones aislados en el lecho del río Ñumí, Cerro Negro, Yucuná y algunos otros lugares; en esta formación que se presenta sumamente plegada, el gneiss afecta una esquistocidad muy variable, pasando á veces á gneiss granitoide; las phyllades descansan directamente sobre él y son casi siempre muy escasas, al contrario de la mica-pizarras que son muy abundantes y en ocasiones granatíferas, como pueden ver en la Sierra, que de las cercanías de Atoyaquillo se dirige al cerro de la Campana.

Entre los sedimentos mesozóicos dominan los cretácicos y en muy reducida extensión superficial figuran los pertenecientes á los períodos triásico y jurásico; los sedimentos cretácicos aparecen como pizarras arcillosas, areniscas calcáreas y margas de color verde, y calizas en algunos lugares fosilíferos; los sedimentos triásico-jurásicos contienen con mucha frecuencia fósiles y están representados por areniscas cuarzosas y pizarras arcillosas, en las cuales se encuentran á veces numerosos nódulos de hematita roja arcillosa ó de limonita; estas pizarras se observan, casi siempre, descubiertas en las barrancas, donde se ven muy plegadas ó dislocadas por rocas ígneas.

Las formaciones terciarias están representadas, en general, por conglomerados rojo y calizo, areniscas de distintos granos, margas y extensos depósitos de yeso.

Los depósitos cuaternarios ocupan la parte superior de los valles extensos ó se presentan cubriendo algunas laderas de poca inclinación, como depósitos de acarreo formados de pedazos de rocas

de diversa naturaleza, ó bien se presentan como productos de alteración de diferentes rocas, unas veces sobre ellas mismas y otras rellenando el fondo de los valles.

Las rocas eruptivas antiguas se presentan bajo la forma de masas intrusivas de granito, granito gnéissico, pegmatita y diorita, en el gneiss y mica-pizarras; así se observan en el cerro de La Campana, Ixtayutla, cercanías de la Ferrería de San Rafael, Iolotepec y San Francisco Paxtlahuaca.

Las rocas ígneas terciarias, representadas en su mayor parte por andesitas, basaltos, rhyolitas y rocas pertenecientes á estas familias, aparecen como erupciones ó corrientes de alguna extensión entre Tamazulapam, Huajuapam y Camotlán, ó bien se presentan bajo la forma de diques ó constituyendo algunas eminencias, tales como cumbre de Tiltepec, cerro de Tres Cruces, cerro de Tía Aleja y otros.

Las ideas generales que acabo de exponer acerca de la geología de la región pueden apreciarse en detalle por algunos de los principales itinerarios geológicos, seguidos en mi exploración.

De Parián á Tlaxiaco.—A la salida de Parián (1490 ms. de altura sobre el nivel del mar) para Huauclilla, se encuentra primero el gneiss del cañón de Tomellín y después de pasado el río de San Antonio ó de Sosola, al pie de la cuesta del Paredón, capas de caliza con 52° N. O. de rumbo y 57° de echado al S. O.; en la subida de esta cuesta conglomerado calizo, quizá terciario, hasta un poco antes de Loma Blanca, en donde se presenta un afloramiento de andesita que atraviesa las tobas calizas y calizas corroídas, probablemente cretácicas, que se extienden hasta más allá de Huauclilla; al N. O. de Huauclilla (2200 ms. de altura), próximamente á 4 kilómetros de distancia, está la barranca de Salamanca de cerca de 90 metros de profundidad; al bajar á esta barranca se dejan las calizas y se encuentran debajo de ellas capas alternadas de conglomerado y arenisca, entre los cuales, vienen capitas muy delgadas de carbón de 1 á 10 centímetros de potencia, que tienen una dirección E.-O. y una inclinación de 22° á 25° al S.; las calizas de Huauclilla continúa hasta un poco antes de San Miguel Adeque, en donde se ve, en corta extensión, una roca muy alterada que parece gneiss; después tobas calizas y margas hasta la población de Nochixtlán, cabecera del Distrito de su nombre, situada á 1930 metros sobre el nivel del mar, en un extenso valle cuaternario que se extiende hasta San Andrés Sinaxtla; en el lecho del río que pasa por esta población basalto y

después margas y areniscas rojas terciarias que se apoyan en las faldas de la cumbre de Tiltepec; las areniscas rojas se presentan bien estratificadas con 68° N. O. de rumbo y 15° de echado al N. E. en el camino, y 65° N. O. de rumbo y 5° de echado al N. E. en la margen izquierda del río de Tiltepec; la cumbre de Tiltepec se eleva 420 metros sobre la llanura del valle de Nochixtlán y está constituída por una erupción de rhyolita traquitoide (1), cubierta en parte por conglomerado rojo terciario; descendiendo de esta cumbre al Molino de San José, se camina primero sobre tierras arcillosas rojizas y después sobre conglomerado calizo y algunos pequeños valles cuaternarios hasta llegar á Teposcolula (2040 ms. de altura) en cuyas cercanías se encuentran capas de caliza con 12° N. O. á 30° N. O. de rumbo y echado al N. E. de 30° á 40°, que terminan en S. Miguel Tixá; en esta población se ven algunas pequeñas erupciones de rhyolita muy alterada y después el vallecito cuaternario de S. Felipe, en el cual se explotan salinas en corta escala; entre Yodoino y Yolomecatl se ven capas de tobas calizas con pedernal, cuyo rumbo es de E. á O. con inclinación 25° al Sur; un poco antes de llegar á San Martín Huamelulpam se encuentra conglomerado rojo terciario y en las inmediaciones de esta población se ven margas y areniscas rojas cortadas por un dique de basalto vertical, con 65° N. E. de rumbo; después de pasado el pueblo, erupciones de basalto, alterado en capas concéntricas; al ascender al punto más alto entre el camino de Teposcolula y Tlaxiaco se encuentra conglomerado calizo y en la cumbre, rhyolita, cubierta en parte por tobas y brechas rhyolíticas, con N. S. de rumbo y 10° de inclinación al O.; pasadas estas brechas se encuentran grandes cantos rodeados de conglomerado y después de pasar por algunos estrechos valles aparecen rocas eruptivas modernas (andesitas y basaltos) hasta ya casi al llegar á Tlaxiaco, en donde comienzan á aparecer capas de margas y areniscas con 30° N. E. derumbo y suave inclinación al Este.

De Tlaxiaco á San Andrés Cabecera Nueva.—Saliendo de Tlaxiaco con dirección al cerro de La Virgen (2), conglomerado calizo hasta las faldas de este cerro en las cuales se ven capas de caliza con los siguientes rumbos y echados: N. S. é inclinación 12° al E.; 30° N. E. y echado 30° al S. E.; después, en corta extensión, con-

(1) Algunas de las rocas eruptivas que menciono en este trabajo, fueron estudiadas por el Dr. P. Waitz, del Instituto Geológico.

(2) Félix y Lenk estudiaron por primera vez los sedimentos cretácicos de este cerro y los jurásicos del C. de Titana.—"Beiträge zur Geologie und Paleontologie der Republik Mexiko."—1889 á 1899.

glomerado rojo, hasta un poco antes del río de Tablas en cuyo lecho aparecen de nuevo las calizas con N. S. de rumbo y 25° de inclinación al E.; después conglomerado y más tarde tobas rhyolíticas; al bajar al valle y pueblo de Yucunino conglomerado calizo y en el valle, tierras rojizas recientes, productos de descomposición de las calizas cretácicas de las inmediaciones de Chalcatongo; al S.O. de esta población se encuentra la lagunita de Yutandieño, en cuyas cercanías se presentan las mismas calizas con 80° N. O. de rumbo y 35° de inclinación al N. E.; estas calizas contienen en abundancia una nueva especie de *Requienia* (1), que permite referirlas á la serie meso-cretácica; á la salida de Chalcatongo para Santa Cruz Itundujia, areniscas con 85° N. E. de rumbo; próximamente á medio kilómetro de este punto calizas con 70° N. E. de dirección y echado al S. E. 34°; en un cerrito sin nombre en la bajada para el río Yutamá calizas 15° N. O. y echado al S. E.; pasado el río calizas N. S. é inclinación 6° al Oeste. En la cumbre de subida una roca muy alterada hasta un poco antes de Santa Cruz Itundujia, en donde reaparecen las calizas que presentan allí chimeneas verticales ó más ó menos inclinadas, debidas á la acción de las aguas; estas calizas forman considerables acantilados y los cerros del Imperio, Peña del Zopilote y algunos otros entre Itundujia y San Andrés Cabecera Nueva; al S. O. de esta población y á unos cinco kilómetros de distancia se encuentra un manto de carbón, en el lugar llamado Cavacuixi (Cueva Blanca en mixteco) entre pizarras arcillosas y una arenisca metamórfica, de muy corto espesor, que viene debajo de las calizas; en las pizarras arcillosas, en un lugar llamado Duashnú (Llano de la bajada), existen ammonitas (*Stephanoceras* del grupo *Humphriesianum* Sow) (2) que permiten referir estas capas á la serie meso-jurásica. (Dogger).

De San Andrés Cabecera Nueva á Ixtayutla.—Saliendo de San Andrés Cabecera Nueva para Reyes calizas y pizarras calizas arcillosas, con 45° N. O. de rumbo y echado al N. E.; un poco más abajo de Reyes, en camino para la Ferrería de San Rafael, capas de mica-pizarra y gneiss con 85° N. O. de dirección y 25° al N. E. de inclinación; el camino desciende rápidamente por cuestas muy pendientes cubiertas de tierras de color amarillento y rojo púrpura muy

(1) Determinación del Sr. Aguilera, que tiene varios ejemplares en estudio.

(2) La determinación de este fósil y las que menciono después fueron hechas por los Sres. C. Burckhardt y E. Böse del Instituto Geológico.

arcillosas, que son productos de alteración del gneiss, el cual continúa hasta la Ferrería de San Rafael, situada en la margen derecha del río Yutasamé; cerca de la Ferrería, una masa intrusiva de granito; al N. E. de la Ferrería y á una distancia aproximada de seis kilómetros está el criadero de fierro llamado del Palo de Yacue; después de la Ferrería, en camino para Atoyaquillo, sigue mica-pizarra, dirección de un anticlinal E.-O.; continúa la mica-pizarra y gneiss hasta Rancho Viejo; después de este lugar el gneiss se presenta cubierto por gran cantidad de guijarros de cuarzo rodado con óxido de fierro, que denuncian la presencia de vetas; para llegar á Atoyaquillo se corta el río de Yutacuiñe, pues esta población se encuentra en un valle entre este río y el Río Grande ó Mariscala; después de pasado el valle de Atoyaquillo, sigue el camino, siempre sobre el gneiss y mica-pizarra, por una larga subida que va por las faldas y crestas de una sierra que se dirige hacia el cerro de La Campana; en este camino la mica-pizarra es granatífera; cerca del cerro de La Campana una extensa intrusión de granito y más adelante una veta de cuarzo blanco compacto de $1^{m}20$ de potencia, E.O. de dirección y 45° de inclinación al Sur. En la Estanzuela algunos valles longitudinales cubiertos por conglomerado y depósitos cuaternarios hasta cerca de la población de El Zapote, en donde se encuentran algunas capas de caliza metamórfica, entre el gneiss. Del Zapote á Ixtayutla el camino sigue, en un largo tramo por el lecho de un río que se corta repetidas veces hasta alcanzar una pequeña cumbre de la cual se desciende á la población de Ixtayutla, situada en un terreno sumamente escabroso, formado por granito de mica blanca, el que suele presentarse como masas intrusivas ó diques muy irregulares que atraviesan el gneiss.

De Ixtayutla á Yutanino.—Saliendo de Ixtayutla para el paso de La Maroma, granito y después gneiss hasta el paso de La Maroma; en el lecho del río de Ixtayutla caliza metamórfica con cristales de pyrita en su masa; como á 300 metros al Sur del paso de La Maroma, siguiendo la margen izquierda del río, pizarras arcillosas negras carbonosas, cubiertas en parte por la corriente del río; después, subiendo para el rancho de Armadillo, en muy corta extensión una arenisca metamórfica muy semejante á la que se encuentra al S. O. de San Andrés Cabecera Nueva y un poco antes de llegar al rancho de Armadillo calizas, tal vez cretácicas, con 20° N. O. de rumbo y 55° de inclinación al S. O.; pasado el rancho de Armadillo tierras arcillosas coloradas y después capas de caliza con 75° N. O.

de dirección y 40° S. O. de inclinación; estas calizas continúan hasta Amoltepec, dejando en algunos lugares del camino á descubierto el gneiss y estando en otros atravesadas por rocas ígneas; al llegar á Amoltepec tienen un rumbo de 85° N. O. con echado 30° al N. E. Saliendo de Amoltepec para San Mateo Yucutindó, calizas con 30° N. E. de rumbo y 20° de echado al N. O.; estas calizas se presentan después en capas muy delgadas, alternando con pizarras arcillosas que contienen huellas de carbón, en las calizas existen ammonitas (*Idoceras* del grupo *planula y balderum*) que permiten referirlas al Jurásico Superior (Kimmeridgiano); más adelante en el punto en que se bifurca el camino para Zaniza siguen las calizas con 65° N. O. de rumbo y 30° de inclinación al S. O.; el camino sigue en descenso para Yucutindó, sobre pizarras arcillosas con impresiones de plantas fósiles, hasta algunos kilómetros antes de esa población en donde se encuentra conglomerado calizo terciario y después un valle cuaternario circundado por eminencias rhyolíticas; en este valle se asienta San Mateo Yucutindó á 1,250 ms. de altura; pasado el valle se encuentran conglomerado y areniscas rojas, después el camino va por una subida, en cuyo punto más alto, aparecen capas de calizas corroídas y después, en la pendiente de bajada para Yutanino, pizarras arcillosas negras carbonosas que los habitantes del lugar han confundido con carbón.

De Yutanino á Chalcatongo.—A la salida de Yutanino, pequeña población situada en una hondanada en la margen izquierda del río de su nombre, para Cuanana, el camino asciende rápidamente sobre pizarras arcillosas cuyo rumbo es de 12° N. O. y 25° de echado al N. E.; después una meseta en la que se ven grandes blocks rodados de brechas rhyolíticas; al llegar á Cuanana girones de conglomerado calizo terciario y á la salida de Cuanana para Iolotepec areniscas que alternan con margas apizarradas y calizas con 60° N. O. de rumbo y 10° N. O. de inclinación; el camino desciende bruscamente, todavía en areniscas con 70° N. O. de rumbo y 15° al N. E. de echado, hasta un poco antes del lecho del río de Cuanana en cuyo punto comienza á aparecer una gran masa eruptiva de gabbro que se extiende casi hasta Iolotepec; esta masa ha ejercido una acción metamórfica muy enérgica sobre las calizas y pizarras arcillosas que en algunos lugares se encuentran en contacto con ella, en las inmediaciones de Iolotepec; las pizarras arcillosas afloran en algunos puntos del camino que pasa á un lado y muy arriba del pueblo de San Miguelito; en este punto del camino se encuentra otra vez

conglomerado calizo terciario atravesado por vetillas angostas mineralizadas con 85° N. O. de rumbo y verticales, sobre las cuales se ha labrado un socavón de corta longitud; sobre este conglomerado vienen areniscas rojas; que pueden considerarse como terciarias, con 72° N. E. de rumbo y 15° de inclinación al N. O.; siguiendo el camino y antes de Santo Domingo Ixcatlán areniscas cuarzosas que alternan con calizas 28° N. E. de rumbo y 55° N. O. de echado; estos estratos forman una serie muy poderosa, desde un poco arriba de Santo Domingo Ixcatlán, hasta un punto del camino para Chalcatongo llamado El Bosque; en las cercanías de Ixcatlán una masa eruptiva de andesita que trastorna á esta formación; en la salida del pueblo, siguiendo el camino, se ve un manchón de margas con restos de bivalvos y amonoideos indeterminables, semejantes á los del cerro de La Virgen en Tlaxiaco; siguiendo para Chalcatongo y después de pasado El Bosque, se encuentra una llanura en la que se ven areniscas rojas y á unos ocho kilómetros antes de llegar á Chalcatongo aparecen calizas meso-cretácicas fosilíferas, con los siguientes rumbos é inclinaciones:

52° N. O.	echado	al N. E.	25°
32° N. O.	,,	,,	,,	50°
80° N. O.	,,	,,	,,	32°
25° N. O.	,,	,,	,,	24°

A la llegada á Chalcatongo por este camino y en las orillas de la población, capas concordantes de arenisca que alternan con las calizas.

De Chalcatongo á San Miguel Achiutla.—A la salida de Chalcatongo, rumbo á San Miguel Achiutla, calizas con 45° N. O. de dirección y echado al S. O. 45°; más adelante, antes del pueblo de Molinos, un cerrito formado por calizas con 5° N. E. de rumbo y 40° de inclinación al N. O., N-S y echado 30° al O.; estas calizas llegan hasta Molinos y contienen fósiles del cretácico superior: *Cerithium aff. speciosum Zekeli;* después de atravesar la barranca que pasa por el pueblo, subida sobre conglomerado rojo terciario y areniscas de grano muy fino hasta un lado del camino enfrente de Peñasco; después el camino desciende suavemente á un valle estrecho circundado por rhyolitas y brechas rhyolíticas; en el fondo del valle corre un río en cuya margen izquierda hay areniscas rojas con 5° S. O. de rumbo y 10° N. O. de echado sobre estas areniscas conglomerado rojo terciario y después, un poco antes de Santo Domingo Huendío, areniscas cuarzosas semejantes á aquellas en las que

viene el carbón; de Huendío á San Miguel Achiutla rápida bajada sobre calizas y tobas calizas.

De Yutanino á Teozacualco.—Saliendo de Yutanino rumbo á Cahuacuá, se presentan primero capas alternadas de margas y areniscas, cuya dirección es de 60° N. O. y 29° de echado al N. E., después caliza y conglomerado calizo; en el cerro de Tres Cruces andesitas, y tobas andesíticas; descendiendo para Cahuacuá, en el lecho del río de este nombre, aflora una masa de granito diorítico con augita; y á la salida de la población, en camino para el rancho de Cabras, antes de pasar el río de Peñoles se ven algunas capas mal definidas de caliza; después de pasado este río, casi al llegar al rancho de Cabras, conglomerado calizo, saliendo del rancho de Cabras en camino para Teozacualco se presentan areniscas, con 18° N. E. de rumbo y 43° al N. O. de echado, cortadas en algunos lugares por diques ó reventazones de andesita; más adelante aparecen debajo de las areniscas margas apizarradas con 35° N. O. de rumbo y echado al N. E. 50°; vuelven á aparecer después las areniscas en capas bien definidas de N. S. de rumbo y echado al O. 30°; un poco antes de llegar á Teozacualco una masa eruptiva muy alterada que metamorfiza á las areniscas que aparecen en los alrededores de esta población.

De Teozacualco á San Miguel Achiutla.—De Teozacualco á Santa María Yutanduchi siguen las areniscas hasta un poco antes de esta población, en la que se ven algunas tobas calizas; á la salida de Santa María capas de arenisca roja, probablemente terciarias, con 70° N. O. de rumbo y casi horizontales; más adelante, antes de pasar el río de Nochixtlán, comienza á aparecer pizarras arcillosas y margas que por su semejanza con las del Jurásico de la región refiero provisionalmente á este Sistema; en la margen derecha del río de Nochixtlán, estas capas se ven muy bien definidas con 55° N. O. de dirección y echado de 35° al S. O. y siguen después del rancho de San Antonio con 75° N. O. de rumbo y echado 17° al S. O.; en la cumbre del Agua Escondida, en camino para Tataltepec, se encuentra yeso fibroso, con su lustre característico de seda, hasta el llano de La Leona y valle de Tataltepec, en donde existen depósitos cuaternarios; el valle de Tataltepec se prolonga con estos depósitos, hacia San Bartolo Yucuañe, por los llanos de Yosové, en los cuales se levantan eminencias de toba caliza hasta los alrededores de San Bartolo, en los cuales aparecen areniscas rojas en capas de 48° N. O. de dirección y 10° N. E. de inclinación; después siguen hasta San Miguel Achiutla las tobas calizas cubiertas por depósitos cuaternarios.

De San Miguel Achiutla á Teposcolula.—A la salida de San Miguel Achiutla para San Juan Achiutla, se encuentran en corta extensión, capas de pizarra arcillosa con *Turritellas;* estas capas están cubiertas por calizas y su rumbo es de 20° N. E. con inclinación 60° al S. E.; después aparecen bancos de caliza con N. S. de rumbo y echado al O. 40°; las calizas dejan en algunos lugares, á descubierto, las pizarras arcillosas y en otras se encuentran atravesadas por rocas eruptivas, basaltos en su mayor parte; continúan las calizas hasta cerca de Santa María Nduayaco, en donde aparecen capas de yeso y más adelante, cerca de Teposcolula, vuelven á presentarse las calizas y tobas calizas.

De San Miguel Achiutla á Tlaxiaco.—Saliendo de San Miguel Achiutla para Tlaxiaco se atraviesa el río de San Miguel, que nace en las inmediaciones de Santa María Nduayaco y después se sube una cuesta formada por tobas calizas, sobre las que vienen margas y areniscas con 65° N. O. de dirección y echado al N. E. 25°; el camino sigue en una región muy trastornada de calizas y después sobre areniscas rojas con dirección 42° N. O. echado 28° al N. E.; *hasta las inmediaciones del pueblo de San Cristóbal, al pié del cerro* de Yucuñuchi, formado por una erupción de basalto; después de pasado el pueblo de San Cristóbal, areniscas y conglomerados, quizá terciarios, que terminan en la entrada de Tlaxiaco, en donde aparecen calizas con N. S. de rumbo y echado al Este 20°.

Alrededores de Tlaxiaco.—Tlaxiaco, ciudad, cabecera del Distrito de su nombre, se encuentra pintorescamente situada á 1,920 metros de altura sobre el nivel del mar, entre *lomas y cerros elevados*; los principales cerros son: al Norte los de Nundiche; al N. O., *el cerro Negro*; al O., el cerro de Yucundica y al S. E., el Yucunino; cerca de la ciudad los de Yucutambor, Jabalí, Titana, El Jazmín y La Virgen; estos tres últimos, á pesar de su corta elevación son muy interesantes por las capas fosilíferas que contienen; las faldas del Yucundica se encuentran bañadas hacia el S. y S. O. por las aguas del río del Puente y por el N. por las del río Ñumí; estos dos ríos, que son el origen del río Mixteco, se reunen después para formar *el río de Mixtepec.*

Saliendo de Tlaxiaco, rumbo al cerro de Yucundica, se encuentra primero, ya en las afueras de la población, una pequeña masa eruptiva basáltica, después areniscas margosas con 25° N. E. de dirección é inclinación al N. O.; en las faldas del cerro de Titana, comienzan á aparecer calizas con 38° N. O. de rumbo y 35° N. E. de

echado, debajo de las calizas se encuentran pizarras arcillosas con nódulos de hematita roja y limonita; estas mismas pizarras se presentan en el río del Puente, alternando con conglomerado y areniscas cuarzosas y contienen los depósitos de carbón que describiré más tarde; en las faldas y cima del cerro de Yucundica (2,170 ms.) areniscas y conglomerado cuarzoso con 10° N. E. de rumbo y echado 35° al S. E.; al descender de la cima de Yucundica para la Cuadrilla de Guadalupe, areniscas con 50° N. O. de dirección y 35° de inclinación al S. O.; al N. O. de esta Cuadrilla, próximamente á kilómetro y medio de distancia, se presentan mantos de carbón de 10 á 15 centímetros de potencia; en el socavón Nº 1 vienen entre areniscas, cuyo rumbo es de 85° N. O. y echado al S. O. 25°; en el socavón Nº 2 se presentan entre pizarras arcillosas con 18° N. O. de rumbo é inclinación muy mal definida al N. E.; en el camino que va de la Cuadrilla de Guadalupe á la Fundición del Sol de Mayo, á unos dos kilómetros al O. de la Cuadrilla, calizas con 20° N. E. de rumbo y echado 15° al S. E.; después de este punto, á un lado del camino una importante erupción basáltica, que levanta á pizarras arcillosas, que tienen allí una dirección N. S. é inclinación al O. 50°; estas pizarras contienen nódulos de hematita en uno de los cuales encontré un *Stephanoceras* enteramente igual á los que existen en Duashnú, al S. O. de San Andrés Cabecera Nueva, lo que permite establecer la identidad en edad de estas capas con aquellas; sobre estas pizarras arcillosas vienen areniscas con 30° N. O. de rumbo y echado 30° S. O.; con las pizarras arcillosas alternan areniscas, margas y calizas metamórficas y todos estos sedimentos descansan sobre las mica-pizarras y el gneiss que aparecen cerca de la Fundición del Sol de Mayo y que se extienden del lecho del río Ñumí al Cerro Negro.

Al S. O. del cerro de Yucundica, antes de bajar á la barranca en que están situadas las minas de carbón, se presentan calizas con 55° N. E. de rumbo y 20° de echado al S. E., las cuales descansan sobre areniscas, conglomerados cuarzosos y pizarras arcillosas; las areniscas y calizas alternan con bancos de ostreidos.

En el Cerrito del Jazmín, que puede considerarse como una dependencia del cerro de Titana, existen calizás fosilíferas suprajurásicas con 5° N. E. de rumbo y 20° á 40° de echado al S. E.; en estas calizas tuve oportuninad de colectar algunos ejemplares de la *Terebratula Dorenbergi* de Félix y Lenk, tallos de *Millericrinus polyclonos* de los mismos autores, una nueva especie (?) de *Rhynchonella* y un ejemplar de *Pseudodiadema aff. pseudodiadema* Lam.

Al Sur de Tlaxiaco, en las faldas del cerro de la Virgen, cerca del río Tablas existen capas con *Hoplites (Berriasella)* del grupo *Calisto* d'Orbigny y *Steueroceras sp. ind.*; estas capas pueden considerarse como limítrofes entre el Jurásico y el Cretácico.

De Tlaxiaco á Mixtepec.—A la salida de Tlaxiaco para Mixtepec se encuentran margas y areniscas verdosas de la cima del Cretácico y base del Terciario, después pizarras arcillosas y bancos de bivalvos y ostreidos; más abajo pizarras arcillosas y areniscas hasta la bajada para el río Ñumí; el camino asciende por la falda del Cerro Negro sobre mica-pizarras atravesadas en algunos puntos por diques y erupciones de basalto; continúan las mica-pizarras hasta la barranca de Agua del Oro, en donde contienen graphita y siguen después hasta un arroyo situado próximamente á cuatro kilómetros de Mixtepec; allí aparecen brechas rhyolíticas y conglomerado terciario con 50° N. E. de rumbo y 10° de echado al S. E.; N. S. y echado 10° al O.; al N. NO. de Mixtepec, en el río de este nombre, mantos de carbón que describiré más adelante.

De Mixtepec á Juxtlahuaca.—Conglomerado rojo terciario, calizas y pizarras calizas hasta cerca de la falda del cerro de Sartenejas, donde comienzan á aparecer brechas rhyolíticas; al S. del camino, un poco antes de llegar á la cumbre de Sartenejas, está la mina del Tejocote, en la cual existe una poderosa veta de stibnita, con 82° N. O. de dirección é inclinación al S. O. 60°; después siguen pizarras calizas y areniscas hasta la cumbre del cerro de Sartenejas en cuya eminencia se presentan pizarras arcillosas; al N. de esta cumbre y á una distancia próximamente de 15 kilómetros, se encuentran los criaderos de antimonio de Cavallaxi; después de la cumbre, pizarras arcillosas hasta las inmediaciones de Juxtlahuaca, en donde aparecen andesitas terciarias que se levantan sobre el valle en que se encuentra situada la población de este nombre.

De Juxtlahuaca á Silacayoapam.—Saliendo de Juxtlahuaca en dirección de Santiago del Río, se encuentra á un lado del camino en la Laguna Encantada, capas de yeso que forman la mayoría de los cerros de Tecomixtlahuaca; el camino pasa al pié del cerrito de Tía Aleja, cuyo cerrito está constituído por andesita basáltica; después sigue el camino en un gran tramo, por el lecho del río de Michiapa; en la margen derecha de este río tobas calizas, en la izquierda arenisca, más adelante, pasado el río, margas y yeso hasta los alrededores del rancho de Animas; después una subida sobre una roca verde diabásica, hasta el Portezuelo, pasado el Portezuelo areniscas y mar-

gas en el paraje llamado Tierra-Colorada; en Santiago del Río, areniscas y margas apizarradas con E. O. de rumbo y echado al N. 30° en el lugar llamado Minatú, donde contienen capas de lignita entre sus estratos; el camino pasa por S. Mateo del Río, en cuyos alrededores existen arenisca roja y conglomerado; pasado S. Mateo del Río areniscas y areniscas margosas, debajo de las margas apizarradas, que siguen hasta Silacayoapam, con rumbos comprendidos entre 20° y 50° N. O. y echado al N. E.; estas margas contienen moldes internos de gasterópodos.

De Silacayoapam á Tonalá.—Areniscas rojas y margas hasta el pueblo de Patlanalá, en el cual aparecen otra vez las margas apizarradas de Silacayoapam; á la salida de Patlanalá yeso y después el valle cuaternario del río de Michiapa hasta que el camino abandona este valle para seguir por lomas formadas por capas de yeso fibroso; después se corta el río y se asciende sobre cerros constituídos por capas de caliza y toba caliza que dejan á descubierto, en algunos lugares, pizarras arcillosas; más adelante tobas calizas y margas hasta la cuesta de San Francisco Paxtlahuaca, donde se encuentra una importante masa intrusiva de pegmatita, cubierta en parte por phyllades. De San Francisco Paxtlahuaca, situado en la margen izquierda del río Mixteco, hasta un poco más adelante de San Agustín Atenango, areniscas margosas de color verde, probablemente pertenecientes al Cretácico Inferior (1) que se encuentran cubiertas, en estratificación discordante por areniscas calcáreas, margas y tobas calizas que continúan hasta Tonalá.

De Tonalá á Ayuquililla.—Saliendo de Tonalá, rumbo á San Andrés Sabinillo, se atraviesa primero el río salado y después se encuentran capas de arenisca con 30° N. O. de rumbo y 20° al S. O. de echado, que alternan con margas; al N. O. de Tonalá, en la barranca de la Alcaparrosa, se presentan sobre pizarras arcillosas que contienen capitas delgadas de carbón de mala calidad; más adelante aparecen lomas de yeso fibroso y tobas calizas hasta un poco antes de San Andrés Sabinillo donde comienzan á aparecer las mica-pizarras que se presentan en El Realito, San Sebastián, San Martín Zacatepec, Amatitlán y al S. y S. E. de Ayuquila; las vetas del Realito arman en esta roca y corren de N. O. á S. E. con echado generalmente al N. E.; las mica-pizarras se encuentran en algunos lugares cortadas por rocas ígneas (andesitas y basaltos) y en otros están cubiertas

(1) J. G. Aguilera.—Bosquejo Geológico de México; Boletines IV, V y VI del Instituto Geológico, pág. 209.

por tobas y brechas de origen volcánico. Llegando á Ayuquila, areniscas y conglomerado rojo terciario que descansan sobre la andesita hornbléndica de la Peña de Ayuquila, al N. y N. E. de Ayuquililla y Ayuquila, conglomerado y areniscas cuarzosas que alternan con pizarras arcillosas; entre estas capas vienen mantos delgados de carbón de los que me ocuparé después; estas capas de conglomerados cuarzosos, areniscas, y pizarras arcillosas han sido consideradas por el Sr. Aguilera (1) como triásicas y formando la prolongación, en la parte Norte del Estado de Oaxaca de la formación triásica del Sur de Puebla.

De Ayuquililla á Huajuapam.—A la salida de Ayuquililla arenisca roja y después, al E. del camino, mica-pizarras que se encuentran cortadas en algunos lugares por pequeñas masas de granito; adelante de Chilixtlahuaca, y después de pasar algunas ciénegas con depósitos recientes se encuentra la continuación de las capas triásicas de Ayuquila, con los siguientes rumbos:

N. S.	echado al	E.	7°
8° N. E.	,,	,,	S. E. 40°
20° N. E.	,,	,,	S. E. 14°
40° N. E.	,,	,,	S. E. 32°
30° N. O.	,,	,,	N. E. 6°

Estas capas están con frecuencia bastante trastornadas; dominan en ellas las pizarras arcillosas, con nódulos de limonita y siguen hasta un poco antes del pueblo de San Gerónimo Silacayoapilla, situado en un valle cuaternario; después siguen hasta cerca de Huajuapam, en cuyos alrededores comienzan á aparecer algunas capas delgadas de caliza, toba caliza, margas con yeso y conglomerado y arenisca rojas.

De Huajuapam á Nochixtlán.—Hasta la cuadrilla de Corral Viejo areniscas rojas y areniscas margosas, entre las cuales se encuentra yeso irregularmente distribuído; después en Corral de Piedra arenisca roja sobre basalto; el basalto es de plagioclasa y sigue por Tutla hasta el punto en que el camino corta al lecho del río Loro ó del Oro; en seguida tobas calizas y margas apizarradas que con algunas interrupciones, ocupadas por manchones de basalto, se extienden hasta Tamazulapam; al S. E. de esta población las tobas están cubiertas por depósitos cuaternarios; sigue el camino á un lado de la población de Tejupan sobre lomas de calizas cubiertas por tobas calizas; las capas de caliza se encuentran en la cuesta del Burro, tienen

(1) Loc. cit. pág. 202.

un rumbo de 5° N. O. y echado al S. O. variable entre 3° y 55° y por sus caracteres litológicos son muy semejantes á los de Chalcatongo; continúan las tobas calizas hasta San Juanico, en cuyos alrededores aparecen erupciones de basalto; á la salida del pueblo de San Juanico brechas y tobas de origen volcánico y como á la mitad del camino entre este pueblo y Yanhuitlán una erupción de rhyolita traquitoide que parece ser prolongación de la de la cumbre de Tiltepec; al llegar á Yanhuitlán margas y areniscas rojas con 20° N. O. de rumbo é inclinación de 10° al S. O.; en algunas barrancas á un lado del camino, pizarras arcillosas muy trastornadas cubiertas por las margas y areniscas rojas, que se extienden hasta S. Andrés Sinaxtla, en donde comienzan á aparecer los depósitos cuaternarios del valle de Nochistlán.

De Huajuapam á Tezoatlán.—Areniscas margosas y margas con yeso, hasta cerca de la iglesia del pueblo de San Pedro Yodoyusi; allí conglomerado calizo terciario hasta un poco antes del arroyo de San Pedro, en cuyo lecho se presenta roca eruptiva (andesita basáltica); pasado este arroyo areniscas con 62° N. O. de rumbo y echado 10° N. E. que dejan á descubierto en algunos puntos á la andesita; más adelante antes de pasar el río Salado, areniscas micacíferas y llegando á Tezoatlán margas y areniscas sobre rocas ígneas terciarias.

Alrededores de Tezoatlán.—En las barrancas que se encuentran en los alrededores de Tezoatlán aparecen las capas del jura-trias muy plegadas y trastornadas y á veces dislocadas por rocas ígneas; predominan en estas capas las pizarras arcillosas y las areniscas cuarzosas; en estos sedimentos se presentan criaderos de carbón de espesor y calidad muy variable que describiré después; las pizarras arcillosas son bituminosas y contienen con frecuencia nódulos de hematita y limonita; al N. E. de San Juan Diquiyú, en la barranca del Carrizo los nódulos ferruginosos abundan mucho y entre ellos encontré un fragmento de amonita (*Parkinsonia* del grupo *bifurcata* Schlotheim) que permite referir estas capas al jurásico medio; la proporción de carbón en las pizarras aumenta tanto algunas veces que llega á transformar en carbón todo el espesor de la capa; las areniscas cuarzosas son con bastante frecuencia de grano grueso y en ocasiones se presentan de grano fino cargadas de mica y con numerosas impresiones de cycadeas (barranca del Lucero). Sobre esta formación descansan en estratificación discordante, conglomerado y brechas terciarias y areniscas rojas; á la salida de Tezoatlán para San Juan Diquiyú las brechas tienen un *rumbo de 45° N. E. con*

echado al S. E. 20° y las areniscas 10° á 30° N. O. con inclinación al N. E. 20°. Las rocas ígneas son andesitas basálticas (C. del Calvario), y andesitas traquíticas de amfibola que afectan algunas veces una textura ampollosa, tomando entonces la apariencia de basalto.

De Tezoatlán á Chilapilla.—A la salida de Tezoatlán, rumbo á S. Juan Cuititó, areniscas rojas con 5° N. O. de rumbo y 30° inclinación al S. O.; las areniscas están atravesadas por andesitas basálticas de augita y presentan con frecuencia fallas y relices; en S. Juan Cuititó brechas y tobas rhyolíticas con 65° N. E. de rumbo y echado 5° al N. E.; el camino sigue en un largo tramo por el lecho del río Salado y después por Santo Domingo Yodoíno, en areniscas sobre brechas diabásicas y diabasas, hasta un poco antes de Chilapilla, *en donde aparecen margas apizarradas con* pedernal, las cuales se extienden hacia el Norte de esta población; estas margas tienen mucha semejanza con las de los alrededores de Silacayoapam; como aquellas contienen entre sus estratos capitas muy delgadas de lignita y cuando se les golpea desprenden un olor bituminoso muy marcado; su rumbo general varía de 30° á 80° N. O. con un echado de 25° á 50° al S. O.

De Chilapilla á Teposcolula.—Las margas apizarradas se dejan á un lado del camino y después se encuentran tobas calizas; más adelante tobas y brechas de origen volcánico hasta unos seis kilómetros antes de Teposcolula en donde aparecen capas de *caliza* con 45° N. O. de rumbo y echado al N. E. 20°; al llegar á Teposcolula rhyolitas en muy corta extensión.

CRIADEROS MINERALES.

Criaderos metálicos.—En la región explorada existen criaderos de fierro, antimonio, plomo, cobre, plata y oro.

El fierro se presenta bajo la forma de óxido magnético interestratificado en las micas-pizarras y gneiss del macizo primitivo, de que he hablado antes, ó bien bajo la forma de filones de sesquióxidos y sulfuros de fierro, que cortan al terreno Cretácico.

El antimonio se encuentra en vetas poderosas de stibnita y cervantita en los alrededores de Mixtepec y Juxtlahuaca (Minas del *Tejocote, Cavallaxi, Sartenejas y otras).*

El plomo en bolsas y vetas de galena argentífera (Minas al N. O. de Tlaxiaco).

La plata, el cobre y el oro suelen presentarse como minerales

secundarios en los criaderos de plomo y fierro; el oro en vetas angostas de cuarzo ferruginoso.

Criaderos no metálicos.—Los yacimientos de carbón de la región pueden dividirse en dos grupos principales:

I. Yacimientos contenidos en sedimentos mesozoicos precretácicos.

II. Yacimientos contenidos en terrenos terciarios.

Al primer grupo refiero los yacimientos de las inmediaciones de Tlaxiaco, Mixtepec, Tezoatlán, S. Juan Diquiyú, Huajuapam, Ayuquila, Juxtlahuaca, S. Andrés Cabecera Nueva, La Maroma, Amoltepec y Yutanino; y al segundo los de Santiago del Río, Miniyahua, Tonalá, Chilapilla y algunos de las cercanías de Silacayoapam.

En el primer grupo se presenta el carbón casi constantemente, entre capas de arenisca cuarzosa y pizarras arcillosas, en mantos de calidad y espesor muy variable; el espesor oscila entre unos cuantos centímetros y tres metros diez centímetros; la calidad varía entre carbones bituminosos de regular clase hasta pizarras carbonosas completamente inadecuadas para aplicación industrial alguna.

En el segundo grupo, el carbón se presenta entre capas de margas blancas calizas y silizosas; estos carbones son exclusivamente lignitas, que aparecen en capas muy delgadas, las cuales por su calidad y espesor no son de ninguna importancia industrial.

En el cuadro siguiente constan los resultados de algunos análisis practicados en el Laboratorio de Química del Instituto Geológico Nacional; las muestras de carbón fueron elegidas de tal manera que correspondieran á tipos distintos de carbón para poderlos comparar entre sí.

LOCALIDADES.	Humedad.	Materias volátiles.	Carbón fijo.	Cenizas.	Poder calorífico.
1.—Río de Tlaxiaco, Labor número 6	2.20%	9.44%	55.68%	32.68%	4605 calorías.
2.—Río de Tlaxiaco, Labor número 4	0.68	9.11	63.15	27.06	4564 "
3.—San Andrés Cabecera Nueva	7.10	3.64	69.42	19.84	5658 "
4.—Tezoatlán, Barranca de La Taberna	2.56	10.42	53.94	33.28	4956 "
5.— " " del Guayabo	4.22	9.08	51.02	35.68	4292 "
6.— " " del Sauz	2.97	8.60	43.53	44.90	3584 "
7.—S. Juan Diquiyú, Barranca del Carrizo	0.97	9.26	53.29	36.48	4779 "
8.— " " " " " Tlaxisle No. 1	1.59	3.32	69.19	25.90	5438 "
9.— " " " " " " " 2	2.46	10.72	26.32	60.50	2095 "
10.— " " " " " Consuelo	2.02	7.40	62.66	27.82	5487 "
11.—Mixtepec, Río del Puente	0.51	6.41	56.37	36.71	4506 "
12.—Juxtlahuaca, Barranca de la Ardilla	1.13	4.99	54.38	39.50	4430 "
13.—S. Francisco Yosocuta, Barranca de La Mira	1.05	5.15	36.78	57.02	2427 "
14.—Silacayoapam, Barranca de Tacuá	9.27	27.36	39.93	23.44	3997 "
15.—La Maroma (Pizarra Carbonosa)	0.78	3.63	2.01	93.58	166 "

Como se ve por el cuadro anterior, la elevada proporción de cenizas que contienen esos carbones, supera en mucho, con excepción del de San Andrés Cabecera Nueva, al límite de 18% que industrialmente se admite para considerar un carbón como de buena calidad; esta elevada proporción de cenizas, disminuyendo su poder calorífico, los pone en malas condiciones para ser aprovechados en la producción de vapor y dicha proporción podría disminuirse en un 15% ó 20%, *por procedimientos económicos de lavado, de cuyo resultado* solo podría juzgarse emprendiendo una serie de experiencias en mucho mayor escala que en la que pueden hacerse en un Laboratorio.

Las siguientes son las localidades más interesantes de los criaderos que ha comprendido en el primer grupo, con una ligera descripción de las condiciones generales de su yacimiento.

Río de Tlaxiaco, llamado también del Puente.—Grupo de 7 mantos de carbón, que se encuentran en una extensión, según la horizontal, de cerca de 150 metros; los mantos más poderosos tienen 1 m. 50, 1 m. 10, 1 m. 90, 2 m. 10 y 1 m. 20 de potencia; vienen entre pizarras arcillosas y areniscas ó en pizarras arcillosas solamente; las pizarras arcillosas se presentan plegadas como lo muestra el corte respectivo (lám. XXI) y con una falla de 15° N. E. de dirección y 40° de inclinación al S. E.; varios de estos mantos afectan la forma de lentes alargadas y en algunos de ellos el carbón pasa francamente á pizarra bituminosa. Están situados al S. O. de Tlaxiaco, próximamente á 3 leguas de distancia (análisis núms. 1 y 2 del cuadro).

San Andrés Cabecera Nueva.—Manto de carbón bituminoso de buena calidad de 0 m. 85 de potencia, 75° N. O. de rumbo y 35° de echado al N. E.; se encuentra en el lugar llamado Cavacuixi. Este manto es de interés industrial por la reducida proporción de cenizas de su carbón (análisis núm. 3), en relación á todos los demás; el tanto por ciento de carbón fijo y su poder calorífico son los más elevados de los que constan en el cuadro. Este criadero acredita trabajos de preparación especiales para poder juzgar de su verdadero valor industrial. Está situado al Sur de Tlaxiaco, á una distancia aproximada de doce leguas.

Inmediaciones de Tezoatlán, Barrancas de La Taberna, El Guayabo y El Sauz.—En la barranca de La Taberna se encuentra una capa de 1 m. 50 de espesor en un pliegue anticlinal; en la del Guayabo, capa de carbón de 0 m. 70 de espesor entre areniscas, en la parte superior y pizarras arcillosas en la inferior; en la del Sauz

existen varias capas de pizarra bituminosa que contienen carbón irregularmente distribuído en ellas. Aunque el carbón es de mala calidad (análisis núms. 4, 5 y 6) es probable que mejore de calidad en el curso de la explotación de estos yacimientos. Se encuentran muy cerca de Tezoatlán, los más lejanos á menos de 3 leguas.

Inmediaciones de S. Juan Diquiyú, llamado también S. Juan de las Ollas.—Barrancas del Carrizo, Tlaxisle y Consuelo.—En la Barranca del Carrizo, capas de pizarra bituminosa de 2 m. de espesor con un intermedio de pizarra arcillosa de 0 m. 50 de grueso, en la barranca de Tlaxisle, capas de 0 m. 60 de espesor con hilitos muy delgados de carbón de muy buena calidad; en la barranca del Consuelo 3 mantos de carbón, uno de ellos en posición casi horizontal, que facilitaría mucho su explotación. En este lugar abunda el carbón (análisis núms. 7, 8, 9 y 10). Distan de Tezoatlán tres leguas próximamente.

Mixtepec.—Al N. O. de Mixtepec, en la margen izquierda de un arroyo afluente del río de este nombre, se encuentra un manto de carbón, con intermedios delgados de pizarra arcillosa, de un espesor total de 7 m. 50. Distancia á Mixtepec, por el lecho del río, cerca de dos leguas.

Juxtlahuaca, Barranca de La Ardilla.—Entre el camino de Juxtlahuaca á Tepejillo en un arroyo que desemboca en la barranca de la Ardilla manto de carbón bituminoso de 1 m. de potencia; viene entre pizarras arcillosas. Dista de Juxtlahuaca cerca de cuatro leguas.

Ayuquila.—Al N.NO. de Ayuquila, en los límites del Estado de Oaxaca con el Distrito de Acatlán de Puebla, existen sedimentos de arenisca cuarzosa y conglomerado de grano fino, y pizarras arcillosas; entre estos sedimentos se encuentran capitas muy delgadas de carbón de mala calidad; este criadero aunque no es de importancia industrial, tiene sin embargo, algún interés porque muestra muy bien la textura y composición de los sedimentos, cuya sucesión y espesor puede verse en el corte respectivo que acompaño (lám. XXI).

Barranca de La Mira, en las cercanías del Rancho de San Francisco Yosocuta.—Cuatro leguas al S. O. de Huajuapam y en las cercanías del rancho de este nombre, se encuentra la barranca de La Mira, en la cual abundan las pizarras arcillosas y las areniscas conteniendo entre sus estratos pizarra bituminosa con capitas de carbón de mala calidad (análisis núm. 13).

Barranca de Tacuá, en los alrededores de Silacayoapam.—Este carbón es una lignita, que según el análisis (núm. 14) contiene una

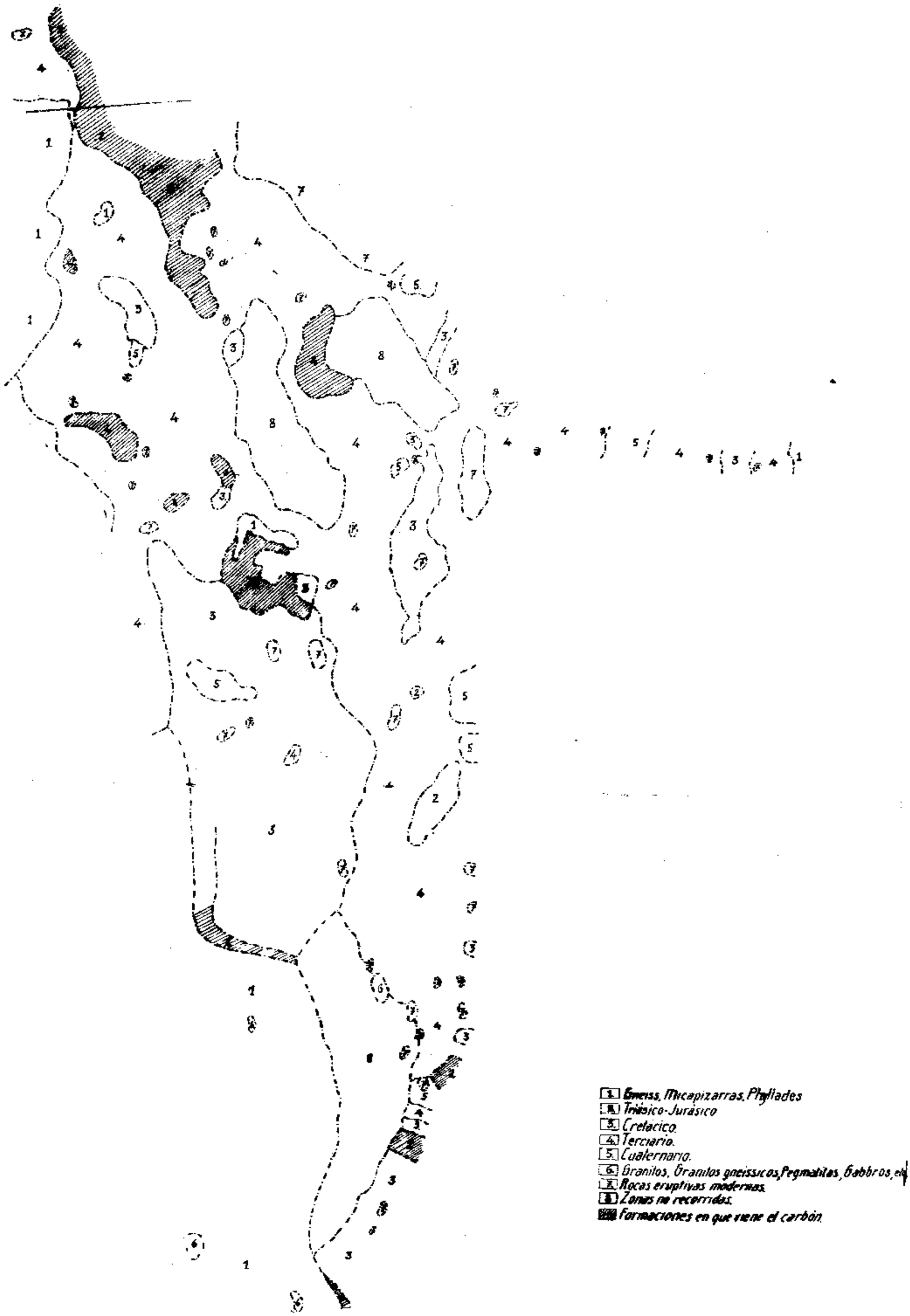
considerable proporción de materias volátiles que lo harían muy á propósito para la producción de gas; pero el criadero es sumamente angosto é irregular.

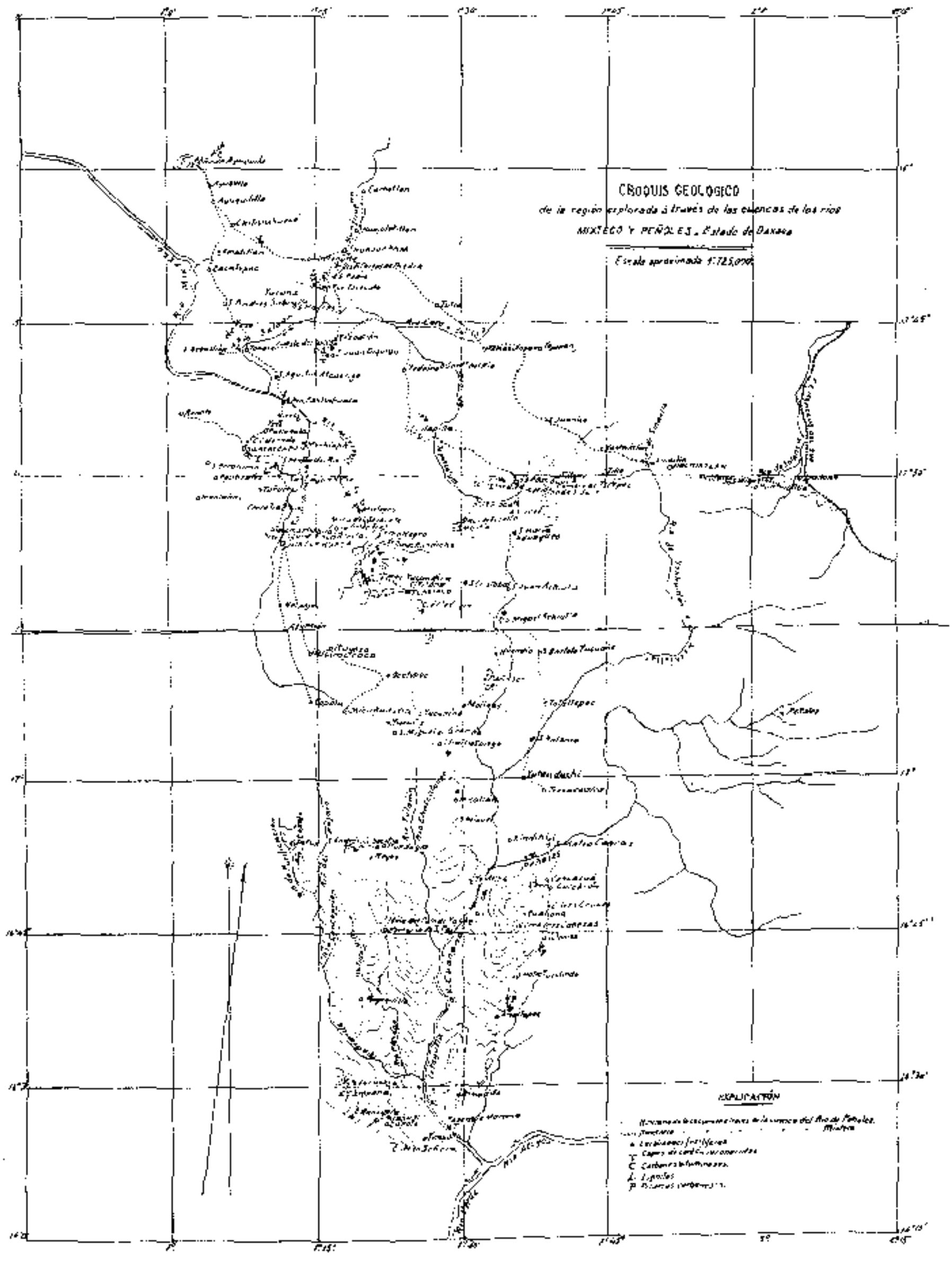
Pizarra bituminosa de La Maroma.—He hecho figurar en el cuadro el análisis de esta pizarra bituminosa, recogida en la margen izquierda del río de Ixtayutla (Peñoles) para que sirva de tipo de comparación (*análisis núm. 15*); *esta pizarra carbonosa como* las de Amoltepec y Yutanino es completamente inadecuada para aplicaciones industriales.

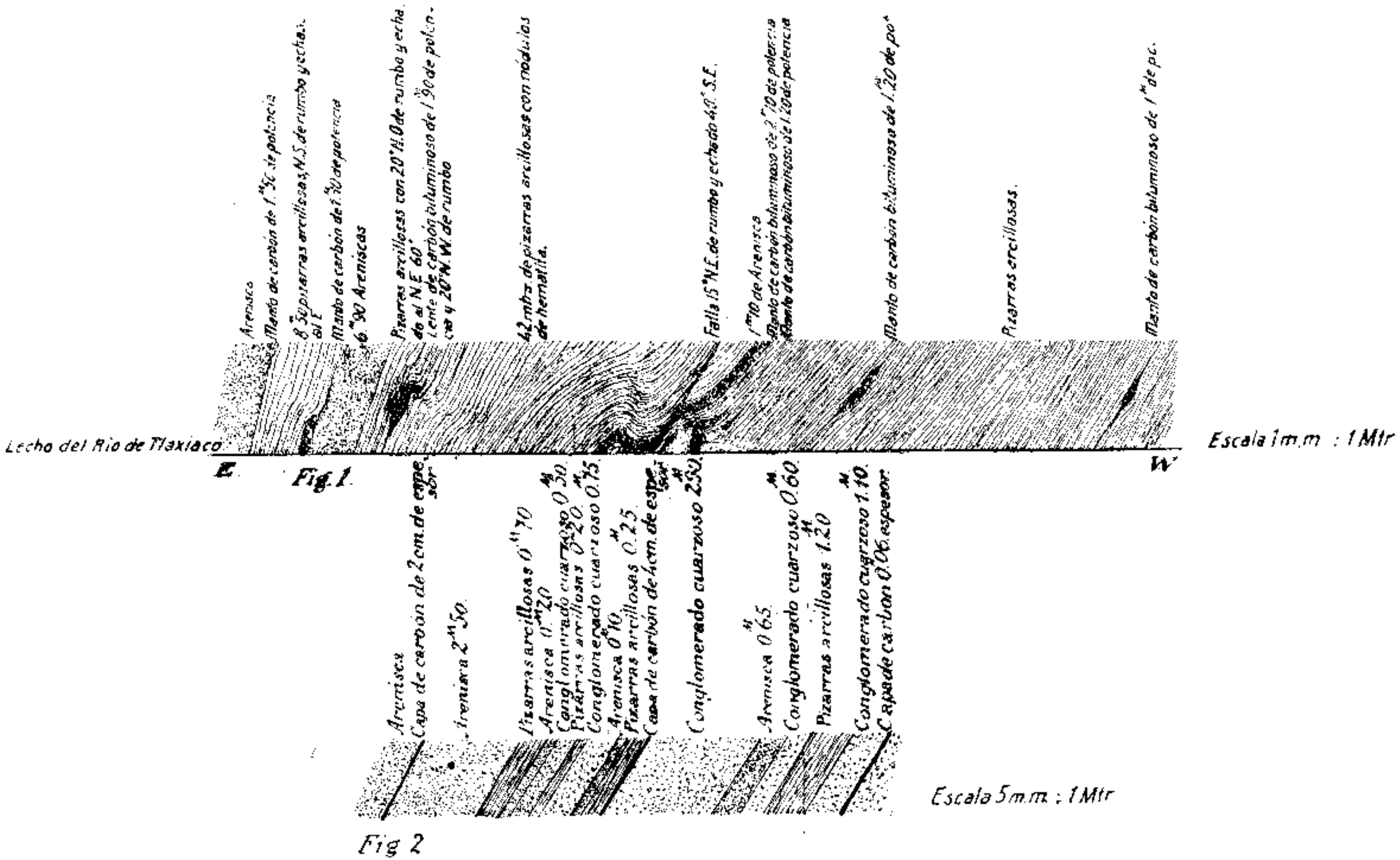
RESUMEN.

Como resumen de lo anteriormente expuesto puede decirse: que la región explorada á través de las cuencas de los ríos Mixteco y Peñoles, en el Estado de Oaxaca, se encuentra en un país muy montañoso, recorrido en toda su extensión por la Sierra Madre Occidental y sus diversas ramificaciones, que imprimen al relieve del terreno un carácter sumamente accidentado, de topografía complicada, en el cual las vías de comunicación son difíciles; que para el conocimiento exacto de la geología de la región, cuyo estudio es muy interesante, sobre todo bajo el punto de vista estratigráfico y paleontológico, se requiere un plano topográfico detallado, si no de toda la región al menos de la parte que comprenda las localidades más importantes, y un estudio más completo de la misma, que el que puede caber en una rápida exploración geológica; que los criaderos de carbón que se encuentran entre los sedimentos mesozóicos precretácicos no son actualmente de verdadera importancia industrial y que entre los criaderos metálicos que existen en ella los criaderos de fierro y antimonio pueden adquirir en lo futuro, convenientemente explotados, un desarrollo de cierta consideración.

México, Julio de 1908.


1. Gneiss, Micapizarras, Phyllades
2. Triásico-Jurásico
3. Cretácico.
4. Terciario.
5. Cuaternario.
6. Granitos, Granitos gneissicos, Pegmatitas, Gabbros, etc.
7. Rocas eruptivas modernas.
8. Zonas no recorridas.
Formaciones en que viene el carbón.


CROQUIS GEOLOGICO
de la región explorada á través de las cuencas de los ríos
MIXTECO Y PEÑOLES, Estado de Oaxaca
Escala aproximada 1:725,000
EXPLICACIÓN



Cortes de los criaderos de Carbón del Rio de Tlaxiaco (Fig 1) y de Ayuquila (Fig 2.) - Estado de Oaxaca.