

# GEOLOGIA A LO LARGO DE LA CARRETERA PANAMERICANA ENTRE MEXICO, D. F. Y TEHUANTEPEC, OAX. DISTRITOS MINEROS DE NATIVIDAD Y PLUMA HIDALGO, OAX. Y VISITA A MONUMENTOS PRECOLONIALES DE OAXACA.

*Libreto-Guía de la Excursión A-6*

## INTRODUCCION

*Objetivo general de la Excursión.* Tiene como finalidad mostrar la geología a lo largo de la carretera entre México, D. F. y Tehuantepec, Oax., así como visitar los Distritos Mineros de Natividad y Pluma Hidalgo, productores, el primero, de oro, plata, cobre, plomo, zinc y hierro y el segundo, de titanio. Se visitarán, igualmente, los monumentos precoloniales de Mitla y Monte Albán en las cercanías de la ciudad de Oaxaca. El Estado de Oaxaca puede considerarse como zona representativa del sur de México, ya que contiene gran variedad de rocas y abundantes fósiles en una amplia columna geológica que comprende desde rocas cristalinas pre-Mesozoicas hasta materiales de acarreo del Cuaternario, así como depósitos marinos y continentales del Mesozoico y rocas volcánicas del Terciario.

Desde fines del siglo XIX el área comprendida entre los Estados de Puebla, Guerrero y Oaxaca comenzó a explorarse con fines mineros. Entre quienes primero la visitaron, principalmente en relación con los yacimientos carboníferos, debe mencionarse a S. Ramírez. Posteriormente, el hallazgo de yacimientos de hierro y metales preciosos, atrajo nuevamente la atención de geólogos e ingenieros de minas, quienes publicaron numerosos trabajos en los que describían las características de los diversos yacimientos encontrados en dicha área. Entre ellos, deben mencionarse los reconocimientos geológicos de J. G. Aguilera, T. Flores, J. Birkinbine, T. Barrera y otros. La tectónica del sur de México y la estratigrafía de algunas localidades fueron estudiadas por F.K.G. Müllerried y el resultado de sus trabajos apareció en los *Anales del Instituto de Biología* y en el *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*.

Recientemente, además de G. P. Salas y E. J. Guzmán, cuyos estudios se publicaron en el *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, el Instituto Nacional para la Investigación de los Recursos Minerales ha explorado el área y en sus boletines se encuentran importantes datos acerca de la mineralización en esta región. También deben mencionarse las exploraciones realizadas por la Oficina de Estudios Geológico-Mineros, del Banco de México, S. A., para evaluar las posibilidades de producción de carbón en el área noroeste del Estado de Oaxaca. Ultimamente, brigadas geológicas de Petróleos Mexicanos también han venido realizando trabajos de exploración en dicha área. Respecto a los trabajos extranjeros es importante mencionar los estudios de R. W. Imlay, quien ha discutido detalladamente la estratigrafía de México, presentando tablas de correlación que incluyen columnas geológicas de los Estados de Puebla, Guerrero y Oaxaca, en el *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologist* y el *Bulletin of the Geological Society of América*.

# GEOLOGIA A LO LARGO DE LA CARRETERA CRISTOBAL COLON, ENTRE MEXICO, D. F. Y OAXACA, OAX.

J. M. LÓPEZ RUBIO,

Geólogo, Superintendencia de Exploración,  
Petróleos Mexicanos,  
Córdoba, Ver.

## FISIOGRAFIA

La Carretera Panamericana entre México, D. F., y Oaxaca, Oax., cruza las siguientes provincias fisiográficas:

- a.—Mesa Central del Sur
- b.—Eje Neovolcánico
- c.—Sierra Madre del Sur
- d.—Sierra Madre de Oaxaca.

a.—*Mesa Central del Sur.* Está alojada entre los grandes sistemas montañosos de la Sierra Madre Occidental y de la Sierra Madre Oriental y limitada al S por el Eje Neovolcánico. Se extiende hacia el N a través de diversas entidades mexicanas y continúa por el centro de los Estados Unidos, donde se la conoce con el nombre de "Great Basin". La parte meridional de esta unidad fisiográfica es más elevada y tiene un promedio de altitud de 2,000 metros sobre el nivel del mar, situándose en ella los valles de Matamoros, Puebla y México, que antiguamente eran grandes cuencas lacustres.

b.—*Eje Neovolcánico.* Este sistema orográfico atraviesa al país aproximadamente en su parte media, siguiendo una dirección E-W y limitando meridionalmente la Altiplanicie Mexicana. Quedan incluidas en el sistema las montañas más elevadas del país, que son relativamente modernas, ya que han sido formadas por grandes extrusiones de rocas andesíticas y basálticas al final del Terciario, a través del basamento mesozoico debilitado por grandes aflamientos y plegamientos. Las principales eminencias son el Pico de Orizaba, con 5,747 metros de altura sobre el nivel del mar y

situado en el borde oriental de la Altiplanicie Mexicana; la Malinche, con 4,461 metros, ubicada al N de la ciudad de Puebla; los volcanes Popocatepetl, con 5,452 metros e Iztaccihuatl, con 5,286 metros, que separan los valles de Puebla y México y el Nevado de Toluca con 4,558 metros, situado al W del valle de Toluca.

c.—*Sierra Madre del Sur*. Se inicia en el extremo oeste del Eje Neovolcánico, siguiendo sus principales elevaciones un rumbo NW-SE y se une en el Istmo de Tehuantepec con la Sierra Madre de Oaxaca. Su vertiente al Océano Pacífico queda muy cercana al litoral, dando lugar a playas angostas y de tamaño relativamente pequeño. En la vertiente noreste se aprecia principalmente su desarrollo montañoso, formando en el noroeste del Estado de Oaxaca la región conocida con el nombre de la Mixteca, a la cual pertenecen las sierras que se observan al NW y SW del valle de Oaxaca, que se atravesarán por carretera en una longitud aproximada de 45 kilómetros. Hacia el SW de los valles de Nochistlán, Huajuapán de León y Acatlán podrá observarse la accidentada topografía de la Mixteca Oaxaqueña.

d.—*Sierra Madre de Oaxaca*. Anteriormente se consideraba a la Sierra Madre Oriental como una sola unidad orográfica, pero después se ha aclarado que el Eje Neovolcánico separa la Sierra Madre Oriental en dos porciones, una que conservó el nombre tradicional, pues efectivamente está al oriente de México y otra que por estar comprendida en su mayor parte en el Estado de Oaxaca, fué llamada Sierra de Oaxaca, extendiéndose entre el Pico de Orizaba y las elevaciones del Istmo de Tehuantepec. Su vertiente noreste cae hacia la llanura costera del Golfo de México y su vertiente suroeste hacia la parte central del Estado de Oaxaca, donde se localizan extensos valles como el de la propia ciudad de Oaxaca, capital de la entidad.

## HIDROGRAFIA

Es natural que en una región tan amplia y variada como es la recorrida entre las ciudades de Oaxaca y México sean cruzadas distintas cuencas hidrográficas, algunas pertenecientes a la vertiente del Océano Pacífico y otras a la vertiente del Golfo de México.

En la Cuenca de México se inicia artificialmente el río Pánuco que desemboca al Golfo de México, pues las aguas de los ríos interiores (que desembocaban en los viejos lagos) son tributarios del Canal del Desagüe de la ciudad de México, el cual atraviesa las elevaciones situadas al N de la cuenca y se une con el río Tula, una de las corrientes cabeceras del Sistema Moctezuma-Pánuco.

La cuenca del río Balsas es la más extensa en esa porción de México y pertenece a la vertiente del Océano Pacífico. Los valles tributarios de esta cuenca son los correspondientes a Huajuapán de León, Acatlán, Matamoros y Puebla, cada uno drenado por el río de su nombre (u otro), que son afluentes del río Balsas.

En el valle de Oaxaca nace el río Atoyac, que atraviesa la Sierra Madre del Sur, recibiendo el nombre de río Verde hasta su desembocadura en el Océano Pacífico. A dicha corriente se unen afluentes importantes como los ríos Sordo, Etila y Tlacolula, estos dos últimos situados también en el Valle de Oaxaca..

### ESTRATIGRAFIA

*Complejo Cristalino y Metamórfico Basal.* Está representado por rocas metamórficas e ígneas intrusivas que afloran a lo largo de la Carretera Panamericana, entre las ciudades de Matamoros y Oaxaca. Se trata sobre todo de gneiss (casi siempre para-gneiss), esquistos (casi siempre para-esquistos) y filitas, que son menos frecuentes.

Por ahora, no es posible fijar con precisión la edad y el alcance estratigráfico de este complejo que algunos investigadores, como F. K. G. Müllerried (1933-1934) atribuyeron al pre-Cámbrico y otros al Paleozoico, sólo considerando indicios de carácter netamente geológico y por ello no definitivos. Considerando el problema desde el punto de vista de la estratigrafía, sólo consta que el Complejo Cristalino y Metamórfico Basal es más antiguo que el Toarciano, del Jurásico Inferior. Esto se concluye del hecho que la formación más antigua sobreyacente al Complejo Basal, según lo indica su flora fósil, en parte pertenece al Toarciano.

El espesor del Complejo Basal debe ser considerable, aunque es imposible precisarlo por estar esa serie excesivamente plegada y afallada.

*Jurásico Inferior.* Está representado exclusivamente por una secuencia de rocas continentales dentro del Grupo Consuelo. Las condiciones de sedimentación en el Jurásico Inferior y Medio, en la región que cruza la Carretera Panamericana, dieron origen durante estos períodos, a una secuencia de sedimentos clásticos continentales con carbón y con intercalaciones marinas de rocas pelíticas o carbonosas. La parte inferior de esta secuencia forma una unidad sedimentaria completamente continental denominada por C. Burckhardt (1930) "Capas con plantas", que abarca el Jurásico Inferior más alto y el Jurásico Medio basal. Posteriormente, el mismo Burckhardt subdividió esa unidad en "Capas Inferiores con plantas" y "Capas Superiores con plantas", atribuyendo a las primeras, por su flora,

una edad dudosa del Triásico y segura del Jurásico Inferior, mientras que las segundas ya pertenecerían al Jurásico Medio. La aplicación de esta subdivisión a base de floras presenta muchas dificultades en el campo y por ello siempre existió alguna confusión y fueron mezcladas con frecuencia las "Capas Superiores" con las "Inferiores" y a veces, ambas con partes del Jurásico Medio marino.

La denominación de "Capas Mixtepec-El Consuelo" fué aplicada por G. P. Salas (1949) a los estratos continentales que contienen plantas y carbón y después E. J. Guzmán (1950) llamó "Capas Tecocoyunca" a los estratos del Jurásico Medio marino y a una parte del supuesto Jurásico Inferior continental. En el Libro-Guía de la excursión A-12, preparado por H. K. Erben (1956) para la XX Sesión del Congreso Geológico Internacional, se explican las razones que hay para la enmienda de tales unidades y de su nomenclatura, pues dicho autor limitó el Grupo Consuelo a toda la secuencia continental del Jurásico Inferior y de la base del Jurásico Medio (que no contiene intercalaciones marinas) mientras que el Grupo Tecocoyunca abarcaría el resto de la secuencia del Jurásico Medio continental (con intercalaciones marinas), así como el Calloviano. Cada uno de estos grupos abarca formaciones cuya nomenclatura y relaciones estratigráficas pueden consultarse en dicho trabajo.

*Jurásico Medio.* También los estratos del Jurásico Medio pertenecen a la secuencia continental con intercalaciones marinas, dentro de los Grupos Consuelo y Tecocoyunca, pues abarca las partes superiores del primero y la mayor parte del segundo (inferior y media). Dichos estratos están compuestos por conglomerados, areniscas, limolitas, loditas, lutitas, lutitas con carbón, margas y calizas, variando el espesor total entre 230 y 390 metros. La estratigrafía detallada del Jurásico Medio puede también consultarse en el Libro-Guía de la excursión A-12.

*Jurásico Superior.* Está subdividido por sus facies en la región que cruza la Carretera Panamericana. El Calloviano, por su bio- y litofacies, corresponde más bien a la serie del Grupo Tecocoyunca y por tal razón, Guzmán lo incluyó en dicho grupo. Por su parte, el supuesto Oxfordiano, en su bio- y litofacies, se distingue bastante bien.

Ambos pisos están representados con cierta amplitud y sobre el Superior sigue un hiato stratigráfico, aunque en la región de Tlaxiaco se han mencionado estratos del Tithoniano o más bien, ya casi de la transición al Cretácico Inferior, según Félix Lenk (1899) quienes exploraron el área a fines del Siglo XIX. También se han encontrado en algunos lugares aislados del Estado de Oaxaca y de manera excepcional, estratos marinos del Kimmeridgiano Inferior. Las características litológicas de tales capas, así como sus relaciones estratigráficas han sido detalladamente discutidas por Erben en el trabajo ya mencionado.

Como complemento a dicha discusión, debe recordarse que hace algunos años Salas describió una formación yesífera (Yeso Tlaltepexi) que supuso del Jurásico Superior, aunque en opinión de Guzmán esa unidad pertenecía realmente al Cenozoico.

*Cretácico Inferior.* Salas denominó "Capas Tlaxiaco" o "San Juan Raya" a los estratos correspondientes al pre-Albiano Superior, correlacionándolos con estratos similares de la región de Tehuacán, Pue., en las cercanías del Rancho de San Juan Raya. Dicho nombre ya había sido usado por Burckardt en sentido restringido y por ello no puede aplicarse a dicha unidad. Erben indica la conveniencia de evitar también el uso del nombre "Tlaxiaco" por razón similar y consecuentemente, quedaba planteado el problema del verdadero nombre para tal unidad. Para resolver el conflicto dicho autor acepta la idea de A. Calderón García (1956) y denominan Grupo Puebla a los depósitos del Cretácico Inferior en el noroeste del Estado de Oaxaca y sur del Estado de Puebla.

*Cretácico Superior.* Está representado por una secuencia de calizas, calizas margosas, calizas con pedernal y margas, cuyo espesor varía entre 85 y 245 metros, Salas había propuesto considerar como localidad tipo la vieja pedrera que se encuentra cerca del puente de la Carretera Panamericana sobre el arroyo de Petlalcingo. Sin embargo, en opinión de Erben, es más representativa la sección entre Chila, Pue. y Huajuapán, Oax.

Los estratos del Cretácico Superior: contienen rudistas pertenecientes al Turoniano en la parte inferior y escasean o faltan por completo fósiles en la parte superior, a pesar de lo cual Erben separa la secuencia en Caliza Petlalcingo Inferior y Caliza Petlalcingo Superior, sobre la cual yacen las margas Tilantongo, cuya fauna fósil indica sin lugar a duda que corresponden al más alto Cretácico Superior.

*Terciario y Cuaternario.* En las regiones del manto volcánico del centro de México que atraviesa la excursión A-6, aún no se ha establecido una subdivisión estratigráfica. Se trata de basaltos, andesitas, dacitas, riolitas, tobas, cenizas volcánicas, brechas, piroclásticas y fanglomerados, así como de escorias y tezontle basáltico. En la Cuenca de México se ha podido establecer una subdivisión del Cuaternario, que incluye depósitos lacustres, palustres, fluviales y eólicos y cuyas unidades se describen igualmente en el trabajo de Erben.

## GEOLOGIA HISTORICA Y MINERA DEL ESTADO DE OAXACA

J. J. MARTÍNEZ BERMÚDEZ,

Geólogo, Instituto Nacional para la Investigación de Recursos Minerales.

En una gran parte del Estado de Oaxaca afloran rocas metamórficas de origen sedimentario y en ellas se observan cambios graduales en textura y composición mineralógica de una localidad a otra, es decir, muestran lo que se podría llamar un metamorfismo de grado progresivo en determinadas direcciones, como sucede en la lengüeta metamórfica del Estado de Puebla que se extiende desde Acatlán hacia el E hasta la altura de Tehuacán, donde existe un cambio de esquistos sericíticos a gneiss de biotita de W a E. Otra característica sobresaliente del Basamento Cristalino es el gran volumen de granito que entra en su composición, lo que resalta al compararse con la presencia restringida de rocas máficas. Estas mismas características se observan en otras áreas metamórficas de la Tierra, donde afloran rocas de antiguos geosinclinales que han estado bajo el efecto de un proceso de metamorfismo regional producido durante una revolución u orogenia. Si se considera que los granitos pre-mesozoicos que forman parte del Basamento Cristalino son más antiguos que el Pérmico (Webber y Ojeda, 1956, reportan la existencia de un batolito pre-Pérmico en el Istmo de Tehuantepec) y que la movilización de los magmas (o flúidos ultrametamórficos) de los cuales se formaron, debe haber estado íntimamente relacionada con el proceso de metamorfismo regional, de acuerdo con las ideas modernas a este respecto, se llega a la conclusión de que la revolución u orogenia que dió origen al Basamento Cristalino tuvo que haber sido también anterior al Pérmico. Así, pues, es posible que haya existido un geosinclinal pre-Mesozoico en el sur de México, tal vez durante el Proterozoico Superior y parte del Paleozoico, cuyos sedimentos dieron origen a las rocas cristalinas al sufrir los efectos de una gran orogenia pre-Appalachiana.

A partir de su origen, las rocas del Basamento Cristalino sufrieron los efectos por lo menos de un período diastrófico del Paleozoico (Revolución Herciniana, según Webber y Ojeda, 1956), que junto con la revolución que marca el final de esta era, mantuvieron grandes áreas continuamente expuestas a la erosión durante el resto del Paleozoico y principios del Mesozoico.

Durante el Triásico, el sur de México (Guerrero, sur de Puebla, Oaxaca y Chiapas) permaneció como área continental, aparentemente sin sufrir invasiones marinas.

Poco después de iniciarse el Jurásico se registró una invasión de aguas del Golfo de México que penetraron hasta el noroeste de Guerrero y noroeste de Oaxaca, formando una lengüeta marina orientada en dirección SE-NW, la cual se extendía posiblemente hasta la altura de la ciudad de Puebla, para después pasar a ser un mar continental más abierto. Este brazo marino estaba rodeado de sierras formadas de rocas metamórficas y teniendo escasa profundidad, su extremo suroeste pronto fué casi totalmente rellenado por sedimentos e invadido por una exuberante vegetación dando lugar a la formación de una zona pantanosa. Durante el Aaleniano se efectuó una transgresión marina que en esta ocasión cubrió un área mayor, de tal manera que los sedimentos depositados en las zonas marginales de este mar (Conglomerado Cualac, Guzmán, 1950) cubrieron los depositados anteriormente (Formación Rosario, Erben, 1956). A partir de este tiempo, sobre la misma área, reinaron condiciones palustres en unas ocasiones y marinas en otras de acuerdo con varias oscilaciones que sufrieron los mares jurásicos, hasta que éstos se estabilizaron en el Batoniano Superior para cubrir permanentemente a la región en cuestión, hasta el final del Jurásico cuando se retiraron a consecuencia del Disturbio Nevadiano.

Durante el Cretácico Inferior el mar invadió el continente pre-Mesozoico, pero procedente esta vez del NE, de tal manera que cubrió la porción norte del Estado de Oaxaca (aparentemente sin llegar hasta el Estado de Guerrero) y la oriental del Estado de Puebla, de las cuales gran parte había estado expuesta a la erosión durante todo el Jurásico. Este mar transgresivo sufrió ligeras oscilaciones al principio, pero continuó en forma más estable durante gran parte del Neocomiano y posiblemente del Aptiano. En esta última época se retiró debido a movimientos diastróficos que plegaron ligeramente a las rocas que se habían depositado. Al finalizar el Albiano se registró una nueva transgresión marina, la más extensa del Mesozoico, comunicándose el Golfo de México con el Océano Pacífico y este mar cubrió al continente hasta fines del Cretácico, en que comenzó a retirarse definitivamente a consecuencia de la Revolución Laramídica que proporcionó la base del actual relieve. Los mares cretácicos debieron ser poco profundos en los Estados de México, Puebla y Oaxaca, puesto que así lo indican los restos de invertebrados fósiles de aguas someras, que son relativamente abundantes en toda la sección cretácica.

Durante el Terciario Inferior la erosión llegó a ser el proceso geológico dominante y se depositaron gruesos espesores de sedimentos continentales. En el Mioceno, con la emisión de lavas andesíticas, se inició un período de actividad volcánica en gran escala que culminó con la for-

mación de las sierras que limitan la Cuenca de México y llegó a su ocaso en el Pleistoceno, con la emisión de lavas basálticas.

Con el rejuvenecimiento fisiográfico efectuado por la actividad volcánica, que renovó los procesos erosivos durante el Cuaternario, quedó finalmente modelado el relieve actual.

### BIBLIOGRAFIA

- BARRERA, T. 1946. *Guía Geológica de Oaxaca* (publicada por el Instituto de Geología de la Universidad Nacional de México). México, D. F., 102 págs., 29 fotos, 5 croquis, 5 planos.
- BIRKINBINE, J. L. W. 1910a. Exploration of certain Iron-Ore and Coal Deposits in the State of Oaxaca, México. *Bull. American Inst. Min. Metall. Engs.*, núm. 45, págs. 51-59, 5 figs. (también *Trans. American Inst. Min. Metall. Engs.*, 41:116-118, 5 figs.)
- 1910b. Coal and Iron Exploration in Oaxaca. *Eng. Min. Jour.*, XC (14):668-671, ilustr.
- BURCKHARDT, C. 1930. Etude Synthétique sur le Mésozoïque mexicain. *Mems. Soc. Paléont. Suisse*, vols. 49 y 50, 280 págs., 18 tablas, 65 figs.
- CALDERON GARCIA, A. 1956. Estratigrafía del Mesozoico y Tectónica del sur del Estado de Puebla; Presa de Valsequillo, Sifón de Huexotitlanapa y problemas hidrológicos de Puebla. *Congr. Geol. Intern., XX Sesión, México 1956 Libroto Guía Excurs. A-11*, 92 págs., ilustrs.
- ERBEN, H. K. 1956. Estratigrafía y Paleontología del Mesozoico de la Cuenca Sedimentaria de Oaxaca y Guerrero, especialmente del Jurásico Inferior y Medio. *Congr. Geol. Intern., XX Sesión, México 1956, Libroto-Guía Excurs. A-12* 78 págs., ilustrs.
- FELIX, J. y H. LENK. 1899. Übersicht über die Geologie des Staates Puebla. *Beitr. z. Geol. u. Paläont. d. Republ. México*, Leipzig, III:114-130.
- GUZMAN, E. J. 1950. Geología del Noroeste de Guerrero. *Bol. Asoc. Mexicana Geól. Petrols.*, II(2):95-156, 35 fotos, 1 tabla, 1 plano.
- SALAS, G. P. 1949. Bosquejo Geológico de la Cuenca Sedimentaria de Oaxaca. *Bol. Asoc. Mexicana Geól. Petrols.*, I(2):92-95, 1 mapa.
- WEBBER, B. N. y J. OJEDA R. 1956. Estructuras Geológicas del Sureste de Oaxaca y Sur de Chiapas, México. *In* H. K. ERBEN, *Congr. Geol. Intern., XX Sesión, México, 1956, Libroto-Guía, Excurs. A-12*, págs. 75-82, fig. 14.

# Guía de Campo

DIA 29 DE AGOSTO DE 1956

RUTA: MEXICO, D. F. — OAXACA, OAX.

DIRECTOR: RUBÉN PESQUERA VELÁZQUEZ.

GUIA: JUAN JOSÉ MARTÍNEZ BERMÚDEZ.

*Resumen:* en los cortes de la carretera México-Oaxaca se observarán rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas de muy variada litología, cuya edad fluctúa entre el Reciente y el pre-Mesozoico. Las rocas más antiguas forman parte del Basamento Cristalino pre-Mesozoico del sur de México y afloran tanto en la región de Acatlán, Pue., como en el valle de Oaxaca y en sus inmediatas cercanías. Descansando discordantemente sobre estas rocas se encuentran otras rocas sedimentarias mesozoicas, marinas y continentales, las cuales se observarán desde las cercanías de Atlixco, Pue., hasta la ciudad de Oaxaca, aunque se encuentran más ampliamente distribuidas entre Petlalcingo, Pue. y Yanhuitlán, Oax. Descansando directamente sobre rocas mesozoicas en algunas regiones y sobre el Basamento Cristalino o Complejo Cristalino y Metamórfico Basal, yace también discordantemente una gruesa serie de rocas terciarias y cuaternarias continentales, notablemente abundantes a lo largo de toda la carretera, especialmente en la Cuenca de México y en el valle de Puebla.

## Distancia en Kilómetros

de

México, D. F. Parcial

0.0	0.0	SALIDA de la Ciudad de México a las 8 a.m. El punto de reunión será el cruce de las Avenidas Popocatepetl y Universidad. Sigase de frente por la Avenida Popocatepetl hasta la Calzada de Tlalpan y después por la Avenida Ixtapalapa.
5.9	5.9	<b>PRIMERA PARADA:</b>

Cima del Cerro de la Estrella, donde podrá observarse el Valle de México, limitado por sierras bastante elevadas que se originaron por la emisión de lavas andesíticas, durante el Mioceno, a través de grandes fracturas conjugadas y orientadas de N-S y de E-W. Las Sierras de Las Cruces y del Ajusco forman los límites occidental y meridional, en tanto que su límite oriental lo constituye la elevada Sierra Nevada, que incluye los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl; al N queda li-

**Distancia en Kilómetros  
de  
México, D. F. Parcial**

		mitado por la Sierrita de Guadalupe. Simultáneamente con la emisión de las lavas del Mioceno aparecieron otros productos del vulcanismo, como tobas y piroclásticos andesíticos, que se depositaron al pié de los aparatos volcánicos, como puede observarse en la Sierra Nevada. A medida que avanzaba la fase volcánica del Terciario, hicieron su aparición los basaltos junto con tobas y piroclásticos a través de conos volcánicos bien definidos que se asientan sobre las masas andesíticas, como puede observarse en la Sierra del Ajusco y también en la Sierrita de Santa Catarina, situada en la planicie. Durante el Cuaternario, la carencia de salida de las aguas que bajaban de las elevaciones circundantes dió origen a la cuenca lacustre del Valle de México.
10.9	2.0	Al frente la Sierra de Santa Catarina. A la izquierda y al fondo la Sierrita de Guadalupe. A la derecha y al fondo la Sierra del Ajusco.
14.6	3.7	A la derecha el panteón de Santa María Astahuacán y a la izquierda Santa María Astahuacán, Méx. Desde este punto puede observarse en todo su desarrollo la Sierra de Santa Catarina, constituida por una serie de conos basálticos alineados cuyos nombres de derecha a izquierda son: San Pablo, El Peñudo, Mazatepec, Tetecón, Jaltepec y el aislado Yuhualiqui. Todos los conos son del tipo cinerítico estratificado.
20.1	5.5	Atrás y a la derecha, en primer término, el cono cinerítico de La Caldera, del tipo estratificado y en segundo término un cerro basáltico. Ambas elevaciones pertenecen a la Sierra de Santa Catarina.
25.2	5.1	A la derecha Ayotla Textil, S. A. y a la izquierda Loma Bonita, Méx., posiblemente asentada sobre tobas basálticas.
27.0	1.8	A la derecha desviación a Cuautla, Mor. A la izquierda las lomas del Tejolote y de los Pinos, compuestas posiblemente por tobas basálticas y ba-

**Distancia en Kilómetros  
de  
México, D. F. Parcial**

		saltos y la Hacienda de Santa Bárbara. A la derecha el Cerro de Tlapacoya.
32.8	5.8	Zoquiapan, Méx. Termina la planicie del Valle de México. Tierra vegetal.
38.3	5.5	Vista panorámica del Valle de México.
42.1	3.8	En este punto puede observarse el contacto entre las tobas andesíticas y las tobas basálticas con sus corrientes de basalto intercaladas. El relieve topográfico en ambas formaciones influyó en el trazo de la carretera, pues en los materiales andesíticos la carretera es sumamente sinuosa y en los basálticos casi recta.
60.3	18.2	Río Frío, Méx., situado sobre un pequeño valle intermontano. Contacto entre tobas basálticas y tobas andesíticas. A la derecha loma de basaltos.
74.0	13.7	A izquierda y derecha cortes de arenas deleznales con abundante gravilla de pómez, andesita y fragmentos de basalto, pudiendo observarse el contacto con las tobas amarillas en la parte superior.
86.2	12.2	San Martín Texmelucan, Pue. A la izquierda desviación a Tlaxcala, capital del Estado de Tlaxcala.
90.6	4.4	Puente Negro sobre el río Acotzala. A la izquierda lomerías de tobas. A la derecha y a la distancia el volcán Iztaccíhuatl, en la Sierra Nevada
113.1	22.5	A la izquierda y al fondo el volcán andesítico de la Malinche.
113.5	0.4	A la derecha desviación a Cholula y cerrito del Calvario compuesto por piroclásticos basálticos.
123.7	10.2	Puente de México sobre el río Atoyac. Entrada a la Ciudad de Puebla, capital del Estado del mismo nombre.
135.6	11.9	Termina la Ciudad de Puebla.

**Distancia en Kilómetros  
de  
México, D. F. Parcial**

145.9	10.3	A la derecha el Barrio San Pedro, del pueblo de Santa María Tonanzintla. Puede observarse la cúpula del Observatorio Astrofísico de Tonanzintla.
149.0	3.1	Colonia Italiana de Chipilo.
152.1	3.1	Monumento a los Héroes Atlixqueños de 1847.
160.6	8.5	Atlixco, Pue. El valle de Atlixco está limitado al NW por el volcán Popocatepetl, que corresponde al extremo meridional de la Sierra Nevada, en tanto que el valle de Matamoros lo está al S por una sierra de conglomerados rojos del Terciario Inferior y calizas del Cretácico Medio y hacia el NW y E rodeado por un lomerío bajo, formado principalmente por calizas del Cretácico Medio y cubiertas en algunos puntos por sedimentos lacustres del Terciario Superior. La superficie de dichos valles está cubierta por materiales del Reciente en el valle de Matamoros, en tanto que en el de Atlixco lo está por tobas basálticas amarillentas, siendo frecuentes los cerros y conos volcánicos aislados. Finalmente, debe mencionarse que ambos valles pertenecen a la subcuenca hidrográfica del río Atoyac que recorre principalmente el valle de Puebla.
196.8	36.2	Principia Matamoros de Izúcar, Pue. Al abandonarse el valle de Matamoros comienza un camino montañoso, carácter que prevalece entre esta ciudad y Huajuapán de León, Oax., apareciendo ocasionalmente pequeños valles intermontanos cubiertos por material reciente. Las rocas que afloran a lo largo de este tramo pertenecen al Complejo Cristalino y Metamórfico Basal y al Cretácico Medio. Apoyándose indistintamente sobre el Complejo Basal o sobre las rocas del Cretácico se encuentra la unidad inferior del Terciario Inferior o sea el Conglomerado Rojo a su vez cubierto por la serie de lutitas y areniscas rojas.
211.0	2.9	A la izquierda lomas de calizas del Cretácico Medio y a la derecha conglomerado rojo.

**Distancia en Kilómetros  
de  
México, D. F. Parcial**

227.6	16.6	San José Cañada Grande, Pue. A la izquierda lechos lacustres apoyados sobre esquistos del Complejo Basal. Comienza la cuenca lacustre del Terciario Superior, cuya serie sedimentaria comprende dos miembros: el <i>Inferior</i> , que se observa en los cortes de la carretera y compuesto, en general, por areniscas y arcillas de colores grises y rojos, calizas travertinosas y bancos más o menos gruesos con bandas de calcedonia, conglomerados y bolsones de gravas con abundantes fragmentos de andesitas intercalados entre las arcillas y areniscas y derivados de la erosión de tobas andesíticas, tobas y arenas de color verde y el <i>Superior</i> , compuesto por capas muy gruesas de brechas andesíticas con fragmentos grandes de tamaño variable.
230.8	3.2	<b>SEGUNDA PARADA:</b>  Magnífica sección de los lechos lacustres donde se observan ambos miembros: el inferior, que aflora en parte como una alternancia de bancos de calizas travertinosas con calcedonia y bancos de arcillas y arenas y el superior, constituido por capas de brechas separadas por arenas gruesas y conglomeráticas.
243.1	12.3	Tehuizingo, Pue. Reciente.
252.5	9.4	Termina la cuenca lacustre del Terciario Superior.
254.3	1.8	A la derecha camino a Tecmatlán, Pue. Atrás y a la derecha lomeríos constituidos por sedimentos lacustres de la cuenca de Tehuizingo.
260.9	6.6	Cañada del Chivato limitada en ambos lados por lomas de esquistos.
280.3	19.4	Acatlán de Osorio, Pue. Esta población se asienta sobre esquistos.

**Distancia en Kilómetros  
de  
México, D. F. Parcial**

291.3	11.0	A la izquierda el Cerro Verde y atrás el Cerro de Cacalotepec, compuestos por andesitas. Más adelante existen conglomerados rojos en ambos lados de la carretera.
301.7	10.4	Petlalcingo, Pue. Esta población se encuentra ubicada sobre material del Reciente. Atrás lomas de caliza del Cretácico.
306.8	5.1	Ultimo afloramiento de esquistos, circundado por conglomerados rojos con estratificación en algunas partes.
312.5	5.7	Límite entre los Estados de Oaxaca y Puebla. Material del Reciente sobre crestones de caliza. Continúan esporádicamente las mismas calizas cubiertas por lutitas rojas, según se observa en los cortes de la carretera.
325.4	12.9	Contacto de las lutitas rojas del Terciario Inferior con calizas de color crema, sin fauna, del Cretácico.
329.3	3.9	Huajuapán de León, Oax. A partir de este poblado comienzan a ser constantes los afloramientos de rocas ígneas basálticas, acusando un cambio en la litología y apareciendo una zona montañosa formada de corrientes de basalto separadas por sus tobas y piroclásticos, que atraviesa la carretera por más de 55 kilómetros. Es imposible cartografiar los contactos del basalto y las tobas y piroclásticos por su desaparición tan frecuente en distancias relativamente cortas. Ocupan una gran región superficial.
359.9	30.6	A la izquierda pueden observarse, en un corte, arcillas verdes; este mismo tipo de formación ha sido observado en distintos sitios de los Estados de Oaxaca y Puebla, por ejemplo, en el valle de Tehuacán y cerca de Tlaxiaco, Oax. A la derecha se observan lomeríos de calizas y formando los más bajos las corrientes basálticas con sus piroclásticos.

**Distancia en Kilómetros  
de  
México, D. F. Parcial**

388.1	32.2	<b>TERCERA PARADA:</b>  Valle de Tamazulapan. Desde este punto puede observarse gran parte de este valle que se extiende hasta Tamazulapan y sigue un rumbo aproximado NW50°SE. La sierra de baja altura que lo limita por el SW está constituida por calizas del Cretácico Medio. Al NE la sierra está compuesta por andesitas, separándose del valle para seguir un rumbo más hacia el NNE y continuando el límite fisiográfico por lomeríos bajos, constituidos por calizas del Cretácico Medio que se prolongan hasta las inmediaciones de Tamazulapan, en la parte más noroccidental del valle. Las rocas que afloran en la zona plana del valle forman parte de la serie de lutitas y areniscas rojas del Terciario, que se apoyan discordantemente sobre las calizas del Cretácico Medio hacia el SW y subyacen a la andesita hacia el NE. El contacto ha podido observarse a la derecha de la carretera a lo largo de varios kilómetros. También en la carretera pequeñas ventanas de erosión dejan ver la caliza del Cretácico cubierta por las lutitas y areniscas rojas. Por último, los conglomerados de caiza en los abanicos aluviales de pedimento cubren a las lutitas y areniscas rojas.
390.0	1.2	Tamazulapan, Oax.
396.3	6.3	Lutitas y areniscas rojas casi horizontales. A la derecha gran dique andesítico atravesando lutitas y areniscas rojas con rumbo NW25°SE. Hasta Yanhuatlán son frecuentes los diques de andesita.
402.8	6.5	Yanhuatlán, Oax.
416.9	14.1	Nochistlán, Oax. Esta población se asienta sobre material del Reciente.
429.3	12.4	<b>CUARTA PARADA:</b>

En el valle de Nochistlán predomina una coloración roja y está cubierto en toda su extensión

**Distancia en Kilómetros**  
**de**  
**México, D. F. Parcial**

por una sucesión alternante de areniscas y lutitas que deben su coloración a los minerales ferromagnesianos del gneiss. Este valle tiene rumbo NW25°SE y está limitado al SE por elevaciones de gneiss y al NE cerrado por la Sierra (andesítica) de Yanhuilán, donde abundan diques muy potentes que intrusionan a la serie de lutitas y areniscas rojas.

- |       |      |  |
|-------|------|--|
| 440.5 | 11.2 | <p>El Cortijo. A la izquierda depósitos aluviales cubriendo discordantemente al gneiss. Estos depósitos se encuentran burdamente estratificados y predominan las capas de conglomerados de caliza intercaladas con capas de arcillas rojas, con inclinación de 10° al NW. A continuación la carretera se interna en una elevada sierra accidentada, constituida por gneiss y rocas graníticas. La roca predominante es el gneiss que se encuentra bien desarrollado, a tal grado que produce la impresión de ser una roca sedimentaria. El color predominante es el rojo, cambiando por intemperismo al rojo oscuro, producto de alteración de los minerales ferromagnesianos que forman bandas paralelas a la estructura gnéissica. Estas rocas pueden observarse en los magníficos cortes de la carretera, a partir del contacto anteriormente citado, por una distancia de 45 kilómetros y terminan cerca de Telixtlahuaca, Oax., donde comienzan sedimentos aluviales del Valle de Oaxaca.</p> |
| 482.3 | 41.8 | <p>Contacto de los depósitos aluviales modernos con el Complejo Cristalino y Metamórfico Basal, en el extremo noroeste del Valle de Oaxaca, donde se localizan las cabeceeras del río Atoyac. Comprende varias cañadas de cierta importancia, como la de Huitzo, por la cual continúa la Carretera Panamericana. Los materiales observados en los cortes de la carretera son de edad post-Miocénica y consisten en piroclásticos andesíticos verdes y sedimentos del tipo de abanico aluvial.</p>  |

**Distancia en Kilómetros  
de  
México, D. F. Parcial**

485.3	3.0	Crucero bajo nivel de la carretera con el ferrocarril. Reciente: arcillas aluviales con bolsones de gravas y depósitos modernos.
490.3	5.0	A la derecha gruesas capas de brechas con fragmentos de andesitas, areniscas verdes, esquistos, cuarzos y calizas que alternan con arcillas blancizas bentoníticas y capas de areniscas. La presencia de andesitas permite suponer que estas brechas son de edad post-Miocénica.
497.6	7.3	Cortes en ambos lados de la carretera con areniscas poco consolidadas y de grano subanguloso, interestratificadas con arcillas verdes, con inclinación de 20° al W. Estos sedimentos se apoyan sobre las brechas de piroclásticos andesíticos, que forman crestones de 5 a 10 metros de altura. Continúa el material del Reciente.
502.4	4.8	A la derecha cantil de unos 6 metros de altura, compuesto por piroclásticos provenientes de andesitas verdes y a la derecha el Cerro del Picacho de rocas ígneas.
504.6	2.2	Pequeños afloramientos de lutitas con calizas pedernalosas del Aptiano.
505.4	0.8	Cruce de caminos que llevan a la Fábrica de Textiles de San José Etla (izquierda), donde se observan capas de lutitas, areniscas y calizas de color gris azul oscuro con fauna semejante a la de la serie de San Juan Raya, del Aptiano. A la derecha camino a Guadalupe Etla.
507.5	2.1	Cruce de caminos que llevan a Santiago (derecha) y a El Coyote (izquierda), observándose al fondo lomeríos bajos compuestos por lutitas y areniscas del Aptiano. Apenas logra verse la cima del Cerro de la Corona.
511.1	3.6	Puente sobre el Arroyo Seco. Material reciente.

**Distancia en Kilómetros  
de la  
Desviación Parcial**

512.9	0.9	Corte en ambos lados de la carretera mostrando areniscas conglomeráticas, areniscas, lutitas y capas de brecha de caliza con inclinación de N64°W-21°, que forman un pequeño sinclinal. Posiblemente este afloramiento indica la posición estratigráfica de las brechas por encontrarse cercanas las capas del Aptiano.
513.1	1.1	A la derecha desviación a San Jacinto. A la izquierda contacto entre la roca ígnea del Complejo Cristalino y Metamórfico Basal y las rocas sedimentarias del Barremiano.
516.3	3.2	Corte en ambos lados de la carretera de gneisses del Complejo Cristalino y Metamórfico Basal.
516.4	0.1	Terminan dichas rocas y comienzan calizas brechoides del Barremiano.
518.3	1.9	El Mirador. Arriba a la izquierda estatua de Benito Juárez, bajo la cual se observan brechas del Barremiano. Las potentes brechas de caliza incluyen pequeños bancos de lutitas y areniscas. A la derecha se observan los lomeríos de Monte Albán y el Cerro del Gallo, con estratos del Barremiano. A continuación se observan rocas graníticas del Complejo Cristalino y Metamórfico Basal en los cortes a la izquierda de la carretera.
518.7	0.4	Contacto discordante entre la serie arcillo-arenosa y la roca ígnea intrusiva del Complejo Cristalino y Metamórfico Basal.
518.8	0.1	Serie arcillo-arenosa. A la izquierda desviación a la Colonia Victoria.
519.0	0.2	Serie de lutitas y areniscas de grano fino uniforme, en bancos de 20 a 40 centímetros del Cretácico.
519.4	0.4	Paseo de los Niños Héroes de Chapultepec. A la izquierda entrada a la ciudad por la Avenida Juárez.
520.7	1.3	Vuelta a la derecha por la Calle Hidalgo (Novena cuadra) hacia el centro de la ciudad.
521.1	0.4	Centro de la ciudad de Oaxaca.

En los siguientes días los excursionistas quedarán distribuidos en grupos correspondientes a:

OPCION 1

Ruta: OAXACA, OAX.-NATIVIDAD, OAX. y visita a la mina de Natividad por cortesía de la Cía. Minera de Natividad y Anexas, S. A.

OPCION 2

La Republic Steel Co. ha invitado a 12 (doce) excursionistas para trasladarse desde la ciudad de Oaxaca a la región de Pluma Hidalgo, en la parte suroeste del Estado de Oaxaca, con objeto de visitar sus pertenencias en dicha área.

OPCION 3

Ruta: OAXACA, OAX.-TEHUANTEPEC, OAX. para estudiar la geología a lo largo de la Carretera Panamericana.

DIA 30 DE AGOSTO DE 1956.

RUTA: OAXACA, OAX.—NATIVIDAD, OAX.

DIRECTOR: RUBÉN PESQUERA VELÁZQUEZ.

GUIA: IGNACIO S. BONILLAS.

*Resumen:* hacia el E de la ciudad de Oaxaca pueden observarse a lo largo del camino varios tipos de rocas de diferentes edades, entre las que son notablemente abundantes las metamórficas, representadas por gneiss granítico y cuarzo-diorítico, filitas muy plegadas y afalladas. En la Sierra de Juárez podrán observarse granitos del basamento cristalino y una gruesa serie de rocas sedimentarias marinas, depositadas en aguas poco profundas cercanas a la costa o bien, en un ambiente de tipo transicional. Esta serie yace en discordancia sobre rocas metamórficas del Paleozoico Superior (?) y está constituida por lutitas calcáreas de color gris claro, que alternan con capas de areniscas de grano fino a medio. Las rocas ígneas están representadas por cuerpos intrusivos de granodiorita, granito, aplitas y andesitas.

**Distancia en Kilómetros  
de la  
Desviación      Parcial**

0.0	0.0	Kilómetro 550.0 de la Carretera Panamericana; desviación a Valle Nacional, Oax.
3.6	3.6	Gravas plio-pleistocénicas parcialmente cementadas y formadas por cantos de andesita, rocas metamórficas y caliza.
3.9	0.3	Capas alternadas, muy delgadas y sumamente plegadas, de lutitas y areniscas del Neocomiano.
4.2	0.3	Pequeño cuerpo intrusivo de granodiorita en capas del Neocomiano; aflora por 50 metros.
4.5	0.3	Se cruza el contacto discordante que no se observa en el camino, entre el Neocomiano y el basamento cristalino, representado en esta zona por granitos, gneiss granítico y cuarzo-diorítico.
5.1	0.6	Gneiss cuarzo-diorítico de color verde oscuro.

Distancia en Kilómetros de la Desviación		Parcial	
5.3	0.2		Por 150 metros contados a partir de este punto aflora un dique compuesto (?), que intrusióna al basamento cristalino; posiblemente se trata de un cuerpo intrusivo del Mesozoico. En los primeros 50 metros se observa una microsienita de color pardo grisáceo, que aparentemente es más antigua que el granito sódico blanquecino que aflora en los 10 metros restantes.
5.6	0.3		Principian afloramientos de areniscas y limolitas, cementadas con sílice y de pizarras negras del Jurásico (?), que se presentan sumamente plegadas y afalladas.
7.5	1.9		Puente de mampostería. Terminan los afloramientos de las capas del Jurásico y principian los afloramientos de arkosas semimetamorfizadas y filitas del Paleozoico Superior (?).
12.2	4.6		Puente de mampostería de "El Estudiante". La desviación de la derecha marca el nuevo trazo del camino (en construcción); termina la terracería y sigue camino de tierra. Afloramiento de filitas.
13.9	1.7		Se inician los afloramientos de una gran masa de <i>granodiorita cortada por diques de microdiorita</i> y <i>microgranodiorita</i> , que intrusióna a las rocas metamórficas del Paleozoico Superior (?). El cuerpo intrusivo se encuentra cubierto por sedimentos residuales de color rojo, producto de su alteración.
14.1	0.2		Tierra Amarilla, Oax.
17.2	3.0		Termina el cuerpo intrusivo y siguen rocas metamórficas del Paleozoico Superior (?).
19.3	2.1		La Cumbre, Oax. Continúan aflorando rocas metamórficas.
20.2	0.9		Pórfido granítico de color castaño oscuro intrusiónando a las rocas metamórficas; termina 75 metros más adelante.
21.7	1.5		Terminan las rocas metamórficas y comienza el granito que las intrusióna.

**Distancia en Kilómetros  
de la  
Desviación**

	<b>Parcial</b>	
22.3	0.6	Termina el cuerpo de granito. A partir de este punto comienzan a observarse afloramientos de las lutitas apizarradas Jurásico-Cretácicas, las cuales comunmente presentan intercalaciones de arkosas.
23.4	1.0	La Petenera, Oax.
24.7	1.3	Cuerpo intrusivo de granodiorita (?), muy alterado y encajonado en rocas Jurásico-Cretácicas, el cual termina aproximadamente 250 metros más adelante.
25.8	1.1	Cuerpo intrusivo posiblemente de microdiorita en rocas Jurásico-Cretácicas; los afloramientos están totalmente alterados.
26.0	0.1	Escuela del caserío denominado "El Punto".
26.1	0.1	Termina el cuerpo intrusivo.
28.6	2.5	Kilómetro 35 del antiguo acotamiento del camino.
28.8	0.1	Derrame de dacita que cubre a las rocas Jurásico-Cretácicas.
29.6	0.8	Finaliza el afloramiento de dacita.
30.0	0.3	El Cerezal, Oax. Lutitas apizarradas Jurásico-Cretácicas.
32.0	2.0	Dejan de aflorar las lutitas apizarradas del Jurásico-Cretácico al quedar cubiertas por tobas andesíticas verdosas y rojizas y derrames de andesita de hornblenda.
33.3	1.2	Gravas plio-pleistocénicas, parcialmente cementadas y formadas por cantos de diversos tamaños de rocas volcánicas, areniscas y de calizas; gravas que cubren a las lutitas apizarradas y al miembro lacustre del Terciario.
34.7	1.4	Principian los afloramientos del miembro lacustre del Terciario, formado por tobas andesíticas depositadas en agua, areniscas y limolitas tobáceas, fangolitas, gravas parcialmente cementadas, capas de pedernal y ónix impuro.

Distancia en Kilómetros de la		
Desviación	Parcial	
38.7	4.0	Puente de mampostería sobre el río Xía. Terminan las capas lacustres y siguen sedimentos recientes con restos de una corriente de andesita de hornblenda, los cuales cubren a las lutitas Jurásico-Cretácicas.
39.6	0.9	A partir de este punto principian a aflorar francamente las rocas Jurásico-Cretácicas, aunque en algunos tramos se encuentran cubiertas por sedimentos recientes semejantes a las anteriores.
43.0	3.4	Depósitos fluviales.
43.2	0.2	Puente de hierro sobre el río Grande.
43.6	0.4	Terminan los depósitos fluviales. Hasta Ixtlán de Juárez sólo se tiene ocasión de observar aluviones del Reciente con grandes bloques de andesita, que deja ver en partes rocas Jurásico-Cretácicas o del miembro volcánico del Terciario.
45.7	2.1	Escuela de San Pablo Guelatao, sobre materiales del Reciente que cubre a rocas Jurásico-Cretácicas.
48.8	3.1	Ixtlán de Juárez, Oax. Materiales del Reciente que cubren a rocas Jurásico-Cretácicas.
49.8	0.7	Se inicia el afloramiento del miembro volcánico del Terciario.
51.3	1.4	Sedimentos residuales amarillentos que dejan ver las lutitas apizarradas Jurásico-Cretácicas.
52.3	1.0	Kilómetro 58 de antiguo acotamiento del camino Lutitas apizarradas.
53.2	0.9	Se inicia el afloramiento de las rocas del Cretácico Inferior, areniscas y conglomerados cuarzosos hacia la base y margas y calizas hacia la cima.
54.2	1.0	Puente de mampostería sobre el río de los Molinos. Calizas del Cretácico Inferior.
55.0	0.7	Hasta Natividad el camino corre sobre rocas Jurásico-Cretácicas.
56.1	1.1	Plaza Central de Capulalpan de Méndez, Oax.
56.9	0.8	Brecha silícea; roca brechoide de origen ígneo, silicificada y con fenocristales de cuarzo.
58.6	1.7	Llegada a Natividad, Oax.

## DIA 31 DE AGOSTO DE 1956.

### RUTA: OAXACA, OAX. — TEHUANTEPEC, OAX.

DIRECTOR: RUBÉN PESQUERA VELÁZQUEZ.

GUIA: JUAN JOSÉ MARTÍNEZ BERMÚDEZ.

*Resumen:* en el Valle de Oaxaca pueden observarse gran variedad de rocas volcánicas, principalmente tobas andesíticas en hermosos colores verdes y corrientes de riolitas. En el borde oriental de dicho valle existen restos de sedimentos continentales de edad Terciaria. Desde Oaxaca hasta Tehuantepec la dirección dominante de la carretera es de NW a SE y cruza un complejo volcánico compuesto por materiales tobáceos de origen piroclástico, estratificados y con características continentales y de colores abigarrados, entre corrientes de andesita y riolita, tobas y pórfidos riolíticos y andesíticos, cuyo conjunto puede ser de edad Terciaria. En el kilómetro 668.0, a 150 metros el NW de la casa del rancho El Gramal, se encontraron restos fósiles de *Merychippus* y de camello, del Mioceno; después afloran bancos potentes de caliza negra muy metamorfozada, y cuya posición y características litológicas (similares a las rocas paleozoicas de Chiapas) permiten suponer que corresponden al Pérmico. Esporádicamente se presentan en esta parte del recorrido asomos de granitos a la altura de Tequixtlán. La ciudad de Tehuantepec está situada sobre una gran variedad de gneiss y granitos.

#### Distancia en Kilómetros de Oaxaca, Oax. Parcial

0.0	0.0	Centro de la ciudad de Oaxaca. Se saldrá de la ciudad por la Avenida Juárez.
1.7	1.7	Esquina de la Avenida Juárez con el Paseo de los Niños Héroe de Chapultepec, vuelta a la derecha por el Paseo.
2.5	0.8	Termina la ciudad de Oaxaca. El valle de Oaxaca está relleno principalmente, por tobas andesíticas de color verde, que se han usado en la construcción de la mayoría de los edificios de la ciudad de Oaxaca.
3.5	1.0	A la izquierda desviación al Campo Aéreo.
4.9	1.4	A la derecha desviación a Santa Lucía, Oax.
6.0	1.1	Santa Cruz Amilpas. Oax.

Distancia en Kilómetros de		
Oaxaca, Oax.	Parcial	
11.7	0.7	El Tule, Oax. Se encuentra en este lugar un ahuehuate milenario conocido con el nombre de Arbol del Tule.
21.4	9.7	Teotitlán del Valle, Oax. Los lomeríos que se observan a la derecha, bordeando el valle, están compuestos por el complejo volcánico.
30.8	9.4	A la derecha desviación a Tlacolula, Oax. Tobs andesíticas verdes.
37.2	6.4	Puente de San Pedrito.
41.3	4.1	Desviación a la izquierda a la Zona Arqueológica de Mitla. Los lomeríos que se observan a la izquierda están compuestos por rocas volcánicas.
47.0	5.7	Matatlán, Oax. Complejo volcánico estratificado con rumbo de inclinación de S20E-10°.
49.7	2.7	Complejo volcánico y en partes depósitos del Cuaternario. Se empieza a abandonar el valle de Oaxaca.
54.7	5.0	Horizontes estratificados del complejo volcánico, algunas capas muy silizosas y con estratificación delgada se disponen en plegamientos fuertes presentando colores abigarrados.
55.7	1.0	Complejo volcánico parcialmente cubierto por depósitos del Cuaternario.
59.7	4.0	Puente de San Dionisio. Depósitos del Cuaternario cubriendo parcialmente el complejo volcánico.
78.7	19.0	Totolapa, Oax. En la margen izquierda del río Tehuantepec puede observarse el complejo volcánico de colores abigarrados.
83.3	4.6	San Juanico, Oax. Capas silizosas negras entre el complejo volcánico de colores abigarrados. A la derecha corre el río Tehuantepec.
93.05	9.75	Las mismas rocas.
103.1	10.05	Río de Las Catarinas. Sigue el complejo volcánico

**Distancia en Kilómetros  
de  
Oaxaca, Oax. Parcial**

112.5	9.4	San José El Viejo, Oax. Sigue el complejo volcánico estratificado en colores abigarrados.
123.9	11.4	Rancho El Gramal, Oax. Sedimentos piroclásticos y tobáceos, estratificados, de colores abigarrados. En estos sedimentos se han encontrado, entre algunas concreciones arcillo-arenosas silificadas, huesos fósiles de mamíferos del Mioceno ( <i>Merychippus</i> y huesos de camello).
131.3	7.4	Puente de El Camarón. Siguen los mismos sedimentos, en plegamientos ondulantes con inclinación al N70°E o al S70°W de 10° a 30°.
145.0	13.7	Portillo de Nejapa. Los mismos sedimentos.
150.7	5.7	Sedimentos piroclásticos y tobáceos, estratificados, en colores abigarrados y comprendidos entre andesitas.
154.0	3.3	Arroyo El Coil. Andesita y lavas riolíticas.
157.7	0.7	Campamento de la Dirección Nacional de Caminos Depósitos de talud cubriendo andesitas.
162.18	7.78	Materiales tobáceos estratificados y comprendidos entre lavas andesíticas rodeando a la sierra de caliza negra, con esporádicos asomos de dicha caliza entre los sedimentos tobáceos y de talud.
163.36	1.18	Caliza negra metamorfizada y estratificada en bancos gruesos, de posible edad Pérmica por correlación litológica con el Pérmico del sureste de Chiapas. La alta sierra que se observa a la izquierda está formada por dicha caliza, cuyo buzamiento se nota burdamente hacia el E.
165.18	1.82	Sedimentos tobáceos sobre superficies irregulares de cuerpos andesíticos.
167.18	2.0	Corrientes andesíticas comprendidas entre los sedimentos tobáceos abigarrados y estratificados.
170.5	3.32	Sedimentos tobáceos estratificados, de color rojizo a amarillento-verdoso y rumbo de inclinación de N70°E-2°, casi horizontales, descansando sobre una corriente andesítica.

**Distancia en Kilómetros  
de  
Oaxaca, Oax. Parcial**

172.18	1.68	Andesita y pórfidos andesíticos.
174.78	1.6	Puente sobre el arroyo de Los Pilletes. A unos 300 metros atrás se encuentran tobas de color verde y sedimentos arcillosos derivados posiblemente del material piroclástico y estratificados con rumbo general de la inclinación al N70°W-10°.
177.18	2.4	Andesitas y pórfidos andesíticos.
182.18	5.0	La Reforma, Oax. Andesitas y pórfidos andesíticos.
183.24	1.06	Andesitas y pórfidos andesíticos.
188.84	5.6	Las Majadas, Oax. Tobas andesíticas brechoideas y pórfidos andesíticos en color verde que amarillean al intemperizar.
191.24	2.4	Andesitas y tobas volcánicas en colores verde a rojizo.
196.24	5.0	Tobas andesíticas de color rojo cubiertas parcialmente por depósitos del Cuaternario.
198.24	2.0	Corrientes de andesitas cubiertas parcialmente por depósitos del Cuaternario.
202.14	3.9	Puente sobre el Arroyo del Chile. Tobas volcánicas cubiertas parcialmente por depósitos del Cuaternario.
203.44	1.3	Puente sobre el río Tequixistlán. Puede observarse una panorámica de los depósitos tobáceos que rellenan el valle del río Tequixistlán.
203.84	0.4	Desviación a la izquierda a Tequixistlán, Oax. Tobas volcánicas de color rojizo.
205.04	1.2	Tobas andesíticas y riolíticas cubiertas parcialmente por depósitos del Cuaternario.
214.64	9.6	Llano Grande, Oax. Depósitos del Cuaternario cubriendo a granitos.
216.31	1.67	Granito parcialmente cubierto por depósitos del Cuaternario.
217.31	1.0	Granito cortado por diques de andesita; parcialmente cubierto por depósitos del Cuaternario.

**Distancia en Kilómetros  
de  
Oaxaca, Oax. Parcial**

220.31	3.0	Granito cortado por vetas de cuarzo y aplita.
225.14	4.83	Granito cortado por diques aplíticos y de cuarzo parcialmente cubierto por depósitos del Cuaternario.
227.31	2.17	Lavas andesíticas.
230.31	3.0	Lavas andesíticas en parte cubiertas por depósitos del Cuaternario.
231.31	1.0	Contacto entre corrientes lávicas andesíticas de color verde oscuro.
232.91	1.6	Cerca del kilómetro 775 existe roca andesítica verde, intrusionando a limolitas del complejo volcánico Terciario.
234.51	1.6	Limolitas calcáreas en color rojizo, posiblemente derivado del material ígneo, algo metamorfozados por diques andesíticos. A la derecha unos cerros de calizas.
234.81	0.3	Yerba Santa, Oax.
237.61	2.8	Principia el valle del río Tehuantepec y termina la Serranía de Oaxaca. A la derecha, lomas de calizas.
239.71	2.1	Puente de Las Tejas. El valle está relleno de depósitos del Cuaternario.
250.31	10.6	A la derecha desviación a Salina Cruz, Oax. Depósitos del Cuaternario relleno del valle del río Tehuantepec. En ambos lados rocas graníticas.
251.31	1.0	Río Tehuantepec. El puente está cimentado sobre gneiss de piroxena. Algunos de los cerros cercanos están compuestos por "augengneiss" y otros por pórfidos cuarcíferos y felsitas.
252.11	0.8	Tehuantepec, Oax. Granitos y gneiss de piroxena y hornblenda.

## BOSQUEJO GEOLOGICO DEL DISRITO DE NATIVIDAD, OAX.

I. S. BONILLAS Y J. J. BERMÚDEZ,

Compañía Minera de Natividad e Instituto  
Nacional para la Investigación de los  
Recursos Minerales.

### UBICACION

La región minera de Natividad, una de las principales productoras de oro en México, está situada a 40 kilómetros al NE de la ciudad de Oaxaca, en el corazón de la Sierra de Juárez. Se comunica actualmente con dicha ciudad por un camino muy accidentado de 64 kilómetros de largo.

Saliendo de la ciudad de Oaxaca hacia el E, por la Carretera Panamericana, se llega al término del llamado valle de Tlacolula, el cual tiende a unirse de SE a NW al de Etlá, recibiendo en conjunto el nombre de valle de Oaxaca. A 2 kilómetros de la ciudad del mismo nombre se observan a la izquierda unas canteras abiertas en toba andesítica de color verde; después se pasa por la desviación al pueblito de Santa Lucía y en el kilómetro 5.4 parte hacia el NE un camino de tierra (de terracería en los 12 primeros kilómetros) por el cual se llega al centro minero de Natividad. Este camino remonta a la Sierra de Juárez sobre la cual queda enclavada Natividad; la mayor parte de la región que recorre está comprendida dentro de la cuenca hidrográfica del río Papaloapan, siendo de notarse que las formas positivas más elevadas que se observan durante el recorrido se presentan hacia su tramo suroeste. A lo largo de este camino se reconocen varios tipos de rocas de diferentes edades, entre las que son notablemente abundantes las metamórficas.

### ESTRATIGRAFIA

J. J. MARTÍNEZ BERMÚDEZ.

#### PRE-MESOZOICO

*Basamento Cristalino.* En las inmediaciones del poblado de San Agustín Yatarena, Oax., el Basamento Cristalino está representado por gneiss granítico y cuarzo-diorítico y por cuerpos intrusivos de granito. El primero tiene un color pardo claro o blanquecino y presenta una textura fanero-

crystalina algo porfirítica y una foliación imperfecta, insinuada por la orientación de sus cristales de cuarzo y feldespato potásico (microclina, ortoclasa y perfitita). El gneiss cuarzo-diorítico es de un color verde obscuro y está formado esencialmente por granos de tamaño medio de plagioclasa, mica y cuarzo que adoptan una textura granoclástica.

#### PALEOZOICO SUPERIOR (?)

Al ascender a la Sierra de Juárez por el camino a Natividad, apenas, iniciado este ascenso, aparecen unas rocas metamórficas que descansan discordantemente sobre el gneiss y los granitos del Basamento Cristalino, las cuales forman gran parte de la masa de la sierra. Esencialmente se trata de filitas de color verdoso o gris claro y de arkosas semimetamorfizadas.

El intenso plegamiento y afallamiento que han sufrido estas rocas ha provocado que la actitud de la foliación sea muy variable aun en distancias cortas e impide estimar la potencia de la sección la cual debe ser por lo menos de varios cientos de metros.

Las arkosas exhiben un color gris claro a pardo obscuro y una clasificación regular. Están formadas por granos angulares, de tamaño fino a medio, principalmente de cuarzo y feldespato, incluidos en una matriz de arcilla y óxido de fierro cementado con calcita y sílice. En algunas localidades estas rocas presentan abundantes granos de grafito y algunos de granate, pero aparentemente son de acarreo. Estas rocas son, sin duda, producto de la denudación de las rocas del Basamento Cristalino y fueron depositadas en mares continentales poco profundos. Por lo que respecta a su edad, debido a que no existen evidencias paleontológicas, sólo cabe suponer que son anteriores al Mesozoico puesto que han sufrido un proceso de metamorfismo regional que no se refleja en las rocas de esa edad que las cubren discordantemente. Sin embargo, tomando en cuenta únicamente su posición estratigráfica y su carácter metamórfico, se considerarán tentativamente como rocas del Paleozoico Superior metamorfizadas durante la Revolución Appalachiana.

#### JURÁSICO (?)

*Pizarras Negras.* En un tramo del camino a Natividad, distante sólo unos cuantos kilómetros de la desviación (kilómetros 5.6 a kilómetro 7.5) se tiene ocasión de observar una sección de rocas sedimentarias marinas metamorfizadas, sumamente plegadas y afalladas, constituidas por estratos generalmente no mayores de 1 metro de pizarras de color negro, algo calcáreas, con las cuales alternan capas hasta de 2 metros de limolitas de color gris y areniscas de colores grises y pardo-amarillentas, de grano fino a medio y menos comunmente, de grano grueso. Algunas capas de limolitas o de arenisca de grano fino tienen la apariencia de una cuarcita, pero se

trata de rocas perfectamente cementadas con calcita y sílice, poco metamorfizadas y formadas por granos angulares y subangulares de cuarzo, aunque también se distinguen algunos de feldespato. En las areniscas es común encontrar granos de feldespato siendo en realidad algunas de ellas verdaderas arkosas.

Debido a lo afallado y plegado de la sección, no puede apreciarse su espesor, pero seguramente sobrepasa de los 100 metros. Por otra parte, en esta zona no es posible observar claramente sus relaciones estratigráficas ya que se encuentran en contacto, lateralmente, con rocas metamórficas más antiguas por medio de fallas. En otra localidad en que afloran estas pizarras y areniscas, situada en los alrededores del pueblo de Santa Cecilia (24 kilómetros al SE de la ciudad de Oaxaca), Barrera (1946) las observó apoyándose discordantemente sobre gneiss del Basamento Cristalino y encontró en esta sección restos mal conservados de cefalópodos y corales que supone pertenecen al Cretácico. Pero, considerando sus características litológicas tan diferentes a las rocas de esa edad que afloran en el Valle de Oaxaca, debe creerse que se trata de rocas mesozoicas pre-neocomianas, posiblemente de las más antiguas.

*Lutitas Apizarradas.* En la Sierra de Juárez yace en discordancia soterrizadas por contener abundantes granos de feldespato, con arkosas de cobre las rocas metamórficas del Paleozoico Superior (?), una gruesa serie de rocas sedimentarias marinas depositadas en aguas poco profundas cercanas a la costa o bien en ambiente de tipo transicional. Consiste esta serie en lutitas calcáreas de color gris claro o pardo, amarillentas al intemperizar, que alternan con lechos de areniscas de grano fino a medio y carácter pardo-amarillento que presentan un color rojo al intemperismo y ocasionalmente, con lechos delgados de caliza de color gris claro a oscuro. Velarde<sup>(1)</sup> encontró en estas capas, en las cercanías del Rancho del Río Grande, restos de plantas muy mal conservados (cicadofitas, al parecer del género *Otozamites*) señaladas tanto para el Jurásico como el Cretácico Inferior y por ello coloca a la formación cerca del contacto Jurásico-Cretácico. Dicho autor estima que el espesor de la sección sobrepasa de los 600 metros, que logró medir al NW del pueblo de Capulalpan, Oax., ya que no encontró su base.

El afloramiento más occidental de esta formación que corta el camino a Natividad comienza en los alrededores del poblado denominado "El Punto" (kilómetro 26) y a partir de esta localidad se encuentran afloramientos en varias ventanas de los gruesos depósitos terciarios que cubren grandes áreas de la Sierra de Juárez. Estas capas están sumamente plegadas y afalladas a tal grado que en algunas localidades los sedimentos clásticos finos presentan una apariencia apizarrada.

---

1 Informe privado de Petróleos Mexicanos.

## CRETÁCICO

A 1 kilómetro al NE de San Agustín Yatarena afloran rocas de la parte inferior de la sección neocomiana del Valle de Oaxaca, es decir, capas muy delgadas de lutitas calcáreas y margas de color gris verdoso, aunque supone pertenecen al Cretácico. Pero, considerando sus características rillentas al intemperizar, interestratificadas con areniscas calcáreas laminadas de grano y color amarillento, entre las cuales se presentan ocasionalmente capas muy delgadas de caliza gris.

En la Sierra de Juárez descansa concordantemente sobre las lutitas apizarradas del Jurásico (?), en las inmediaciones del pueblo de Calpulalpan, una formación calcárea que en su parte inferior se compone de areniscas compactas, feldespáticas, intercaladas con bancos de conglomerado de cuarzo blanco. Esta secuencia, según Velarde, alcanza hasta 300 metros de espesor y pasa transicionalmente hacia arriba a margas fosilíferas, que en conjunto tienen 40 metros de espesor y después a calizas de color gris claro y compactas que llegan a tener espesores de 5 metros, las cuales contienen rudistas, corales y gasterópodos y alcanzan aproximadamente 80 metros de espesor. Descansando concordantemente sobre esta serie se encuentra una sección de cerca de 500 metros de espesor formada por capas delgadas de una caliza dolomítica que contiene pedernal negro. Según el mencionado autor, es muy probable que este último cuerpo pertenezca ya al Cretácico Medio.

## TERCIARIO

El Terciario está representado por una gruesa sección de rocas sedimentarias continentales que afloran tanto en el Valle de Oaxaca como en la región de Ixtlán de Juárez. En esta región, la sección terciaria puede dividirse en dos miembros, el más antiguo de los cuales es de origen lacustre y el más moderno de origen volcánico. El miembro inferior, que aflora entre Corral de Piedra y Xía, tiene un espesor aproximado de 100 metros y está formado hacia la base por una serie interestratificada de arcillas, fangolitas, areniscas y gravas, entre las cuales se observan abundantes capas de pedernal y ónix impuro de diversos colores; hacia la cima van apareciendo areniscas ricas en materiales piroclásticos hasta llegar transicionalmente a tobas depositadas en ambiente lacustre. El miembro inferior, que aflora entre Corral de Piedra y Xía tiene un espesor de unos 100 metros y está formado hacia la base por una serie interestratificada de argilitas, fangolitas y gravas, entre las cuales se observan abundantes capas de pedernal y ónix impuro de diversos colores; hacia la cima van apareciendo areniscas ricas en materiales piroclásticos hasta llegar transicionalmente a tobas depositadas en ambiente lacustre. El miembro volcánico está formado por una serie de tobas y aglomerados andesíticos de colores verdosos y rojizos y numerosos derrames de andesita de horn-

blenda y de andesita de lamprolita, ambas generalmente de textura porfirítica.

#### CUATERNARIO

El Cuaternario está representado por rellenos de valle en las inmediaciones de la ciudad de Oaxaca, por sedimentos residuales de color rojizo, amarillento y gris a negro; los primeros, producto de la alteración de rocas ígneas de tipo ácido y del gneiss, los segundos, producto de la alteración de las rocas que componen las secciones del Cretácico Inferior y del Jurásico-Cretácico y los terceros producto de la alteración de rocas metamórficas del Paleozoico Superior (?). En las inmediaciones de Ixtlán de Juárez gruesos depósitos de aluvión, compuestos principalmente por fragmentos de rocas del miembro volcánico del Terciario, cubren tanto a rocas *Cretácico-Jurásicas como a rocas del Cretácico Inferior y del Terciario*, según puede verse en los arroyos que corren en esta zona.

#### ROCAS IGNEAS

En la Sierra de Juárez se encuentran representados tres períodos de actividad ígnea, uno de ellos, el más antiguo, es del pre-Mesozoico y le corresponden los cuerpos intrusivos de granitos y de aplitas graníticas que forman parte del Basamento Cristalino.

Durante el Mesozoico, tal vez durante el Cretácico, tuvo lugar el segundo período de actividad magmática, representado por cuerpos intrusivos que alcanzaron dimensiones relativamente grandes, como el que aflora en Tierra Colorada (kilómetro 14), de rocas de composición granodiorítica. En el camino a Natividad se pueden observar numerosos diques de este tipo, encajonados tanto en las rocas metamórficas como en las jurásicas (?) y cretácicas.

El último período de actividad fué de tipo volcánico y se registró tal vez en el Terciario Superior; con derrames de lavas andesíticas y depósitos de grandes cantidades de sedimentos piroclásticos de la misma composición.

#### GEOLOGIA

##### I. S. BONILLAS

El Distrito Minero de Natividad cubre un área de unos 7 kilómetros de N a S y 5 kilómetros de E a W sobre los cerros que están en las márgenes de los ríos de Natividad y El Socorro, que corren casi de E a W y son afluentes principales del río Grande. Los pueblos de Natividad y Xiacuí están en la Cañada de Natividad y la mina de este nombre se sitúa al N del río, explotándose actualmente los yacimientos más septentrionales del área. Aunque la mineralización es conocida al S y hace años se ex-

plotó en varios lugares, hoy no existen laboríos de importancia y en la excursión A-6 solo se verá la parte nueva y accesible.

La región, a una altura de 1,900 a 2,400 metros sobre el nivel del mar y bastante lluviosa, está cubierta por bosques o sembrados y los afloramientos de roca no son abundantes, resaltando únicamente los acantilados de calizas o riolitas.

La formación basal del área es la pizarra negra con algo de cuarcitas y algunos bancos intercalados de calizas. Sus características litológicas y estratigráficas ya han sido descritas. En esta zona las capas tienen un buzamiento general al NW lo mismo que el contacto de sedimentación con el conglomerado y las areniscas que las cubren. Los pliegues y algunas fallas en la pizarra no pasan a la formación superior, que como ya se dijo, se asemeja mucho al Mesozoico de la Mixteca (Tlaxiaco, Huajuapán) aunque en esta zona sólo se han visto restos fósiles muy imperfectos de plantas.

Intrusionando esta formación existe pórfido monzonítico, muy semejante al de muchos campos mineros del sur de México, con masas de algunos centenares de metros de extensión sin que haya sido posible encontrar su límite a profundidad. En la zona minera se presentan diques que acompañan las fracturas mineralizadas y diques intercalados, casi siempre cerca del contacto entre la pizarra y los sedimentos superiores. Además del pórfido monzonítico se encuentran algunos diques de aplita compuestos de cuarzo y feldespatos, casi siempre muy silicificados.

Sobre las rocas descritas descansan corrientes de riolitas de biotita, cuyos diques de alimentación han sido cortados a veces por sondeos de diamante; localmente existen andesitas que son abundantes entre el río Grande e Ixtlán.

*Fracturas y Vetas.* En el área que visitará la excursión A-6, las fracturas principales tienen rumbo N 15° E, las secundarias N-S y N 28 a 42° E y sus vetas al alto de N a S. El buzamiento de todas es al W, desde 40° hasta 80°. Debe notarse que estos rumbos varían casi 90° y que los buzamientos de la mayoría de las vetas son contrarios a los existentes en las Sierras Madres de México, correspondiendo a la dirección general de las crestas y valles de la región orográfica al W del Istmo de Tehuantepec, donde se encuentra el complejo montañoso del Zempoaltepec.

Dichas fracturas tuvieron origen antes de la intrusión del pórfido monzonítico, pues en algunas se encuentran sus diques, siendo común que haya pizarra en un respaldo y monzonita en otro de cualquier veta. También hubo movimientos en las mismas después de las intrusiones; el desplazamiento es siempre normal y en la veta de Natividad ha sido posible apreciar un movimiento de 90 metros verticales medido de uno a otro contacto de pizarras y conglomerados, en el alto y bajo de la veta.

No se observan en las fracturas mineralizadas movimientos de importancia posteriores a la mineralización. Las únicas fracturas que desplazan

las vetas corren de SE a NW con buzamiento al S y son llamadas "teste-  
1as". Por su carácter de normales al desplazamiento de los laboríos que  
avanzan al N, el buzamiento es siempre al W. El movimiento varía desde  
unos cuantos centímetros hasta unos 40 metros y no hay mineralización  
visible en estas fracturas posteriores. A veces se presentan problemas com-  
plicados, pues estas fallas tienen tendencia a moverse exactamente sobre el  
buzamiento de algunas vetas más inclinadas del alto de un sistema. Por  
ello, esa veta continúa sin desplazamiento aparente en su dirección, en-  
tanto que otras especialmente las muy acostadas del bajo, tienen notable  
discontinuidad en su traza horizontal.

*Efectos neumatolíticos.* Como las vetas están siempre en las cercanías  
de las intrusiones porfidicas, las rocas muestran efectos de las soluciones  
mineralizantes.

En la inmediación de los cuerpos minerales el pórfito monzonítico  
está muy alterado por cloritización, sericitización y silicificación, efectos  
que se notan en el orden dado al acercarse a las vetas. Acompaña siempre  
a este cambio una precipitación de piritita de fierro, diseminada y en ve-  
tillas que se extiende a bastante distancia, a veces más de 100 metros de  
la veta más cercana. Cuando se encuentra monzonita entre dos vetas, la  
alteración y diseminación por vetillas es muy intensa, formando cuerpos  
irregulares de metales consideramos de baja ley.

En la pizarra el efecto de más alcance es la silicificación y a veces  
la desaparición de las materias carbonosas. Pero, a veces, ni los fragmen-  
tos más pequeños muestran alteración dentro del más rico cuerpo mineral.  
Los conglomerados y areniscas tienen poca alteración, si no es algo de  
sericitización por vetillas de cuarzo y piritita.

Todas las rocas, cerca de las vetas, están sumamente quebradas y con  
los planos de fractura rellenos de materiales arcillosos que en contacto con  
el aire tienden a hincharse, soltando las formaciones y obligando a cons-  
truir ademes constantes en los laboríos mineros.

*Sistema de Vetas de Natividad.* Aunque son muchas las bifurcaciones,  
desprendimientos y conjunciones de vetas encontradas en la mina de Na-  
tividad, se pueden separar en tres sistemas, solamente uno de los cuales  
está ahora en explotación. Son el de "Natividad", que fué el primero tra-  
bajado, pues sus afloramientos fueron conocidos desde hace quizá dos  
siglos; el del "Poder" cuya veta única afloró y se perdió por una falla,  
problema que la actual empresa resolvió satisfactoriamente y el de "San  
Ignacio" que se trabaja actualmente, a kilómetro y medio de las bocami-  
nas de los socavones de entrada y 400 metros abajo de la superficie de la  
montaña y que no tiene afloramiento alguno.

En el plano generalizado de obras de la mina y de las secciones longi-  
tudinales y transversales se puede apreciar la posición de los sistemas y  
vetas principales (Figs. 6, 7, 8 y 9).

Lo sobresaliente de este distrito es que la mineralización se encuentra en una zona de unos 200 metros de anchura independientemente de la topografía actual que se extiende de N a S al lado y debajo de intrusiones de pórfido monzonítico y en la roca intrusiva misma.

En el sistema de vetas "Natividad" hubo una veta principal llamada así con buzamiento de  $45^\circ$  a  $60^\circ$ . También hubo algunas vetas menores, paralelas al bajo, pero los valores principales se encontraron en las intersecciones de dos vetas al alto llamadas "San Guillermo" y una al bajo de corta extensión, llamada "Veta Nueva". Esta intersección por el bajo es la única conocida en este mineral. La veta "El Poder" no tuvo más que un solo cuerpo, interrumpido por varias fallas.

El sistema de vetas "San Ignacio" consiste en dos vetas al bajo, una con dirección general N  $28^\circ$  E y otra N  $60^\circ$  E y varias vetas al alto con rumbo casi N-S y buzamiento de  $65^\circ$  a verticales. Como en toda la región, las intersecciones están donde se encuentran los cuerpos más ricos.

Tanto la pizarra como la monzonita y el conglomerado son rocas encajonantes favorables a la mineralización. Pero, donde se ha encontrado caiza, las vetas se angostan y empobrecen notablemente y lo mismo pasa cuando la pizarra es demasiado carbonosa y plegada. El sistema de vetas "San Guillermo" fué rico solo en el conglomerado y areniscas superiores, perdiendo todo valor en plata y oro en las pizarras, aunque las vetas seguían con cuarzo y sulfuros de fierro, plomo y zinc.

*Rellenamiento de las Vetas.* Desde hace muchos años los minerales explotados son todos primarios, con muy pocos lugares donde se puede observar efecto claramente de enriquecimiento secundario o de oxidación.

Las vetas muestran a veces bandas de diversos minerales paralelos a los respaldos y otras, especialmente en las de más al bajo relleno con brechas de las rocas encajonantes, cementadas con bandas de los distintos minerales.

La matriz principalmente es cuarzo, que se presenta con pirita como el primer mineral depositado en las vetas. Hay algo de calcita también, pero depositada al final de la mineralización. Galena y esfalerita se encuentran en proporciones muy variables aumentando a profundidad o cuando uno o los dos respaldos están en roca intrusiva. También la calcopirita se presenta en cantidades variables, casi siempre donde el contenido de oro es mayor. Sigue en orden de depósito la tenantita, en cristales bien formados y en bandas muy finas, pero bien marcadas. En los cuerpos más ricos hay siempre pirargirita, a veces evidentemente entremezclada con tenantita y galena y a veces en vetillas que parecen secundarias, pero que más bien se cree sean de casi la última fase de la mineralización primaria. Como vetillas que cruzan las vetas se encuentra cuarzo cristalino con algo de pirita y calcita.

Esta zona es esencialmente aurífera, habiendo partes de las vetas que dan fabulosa ley de oro. Originalmente hubo menós oxidadas con oro nativo, de las cuales nos quedaron muestras. Pero, ahora es rarísimo encontrar un ejemplar de oro nativo y no se sabe verdaderamente la forma en que están estos valores. No se observan ni se conocen en Natividad los compuestos ordinarios del oro y los más ricos no dan indicios visibles de oro al molerse y concentrarse. Sin embargo, cualesquiera de estos minerales ricos, calentados en la mufla de ensaye durante pocos minutos se llena de gotitas de oro o de una aleación mitad oro y mitad plata.

Como los cuerpos de mineralización en explotación no son muy extensos, y requieren todas las obras tener adme o relleno, no se puede describir los lugares que se visitarán, pero sí se procurará mostrar todas las localidades donde se vean los tipos de formaciones y mineralización.

#### REFERENCIA

- BARRERA, T. 1946. *Guía Geológica de Oaxaca*. México, D. F., 102 págs., 29 fotos, 5 croquis, 5 planos.