

III.2. Geología local

(ver Carta de Geológica del Municipio Jaral del Progreso, escala 1:50,000 al final del texto).

En la región del municipio Jaral del Progreso, aflora una columna estratigráfica constituida por rocas volcánicas y sedimentarias continentales, que comprenden edad de la parte superior del Plioceno al Reciente. De las cuales, se hace una breve descripción que sirve de marco para comprender la serie de eventos geológicos acaecidos en tiempo y espacio, y su relación con los procesos que dieron origen a las rocas y agregados pétreos, que constituyen la riqueza minera de este municipio.

Las rocas presentes en el municipio Jaral del Progreso son principalmente sedimentarias, las cuales fueron depositadas en un medio lacustre (Qhola) y consisten de bloques y brecha volcánicos, aglomerados y lapilli, ceniza gruesa y ceniza fina, de acuerdo con la terminología aplicada a los sedimentos y rocas detríticas, arreglada conforme a los límites de tamaño (Walter, T. Huang, 1968); así como también arenisca y conglomerado polimíctico volcánico (TplQAr-Cgp).

Perteneciendo la zona de estudio de Jaral del Progreso, a la Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico, una de sus características sobresalientes es precisamente la presencia de rocas y aparatos volcánicos, y los derrames y conos cineríticos, lavas, brechas, tezontle rojo y negro y rocas piroclásticas, que son comunes en el área. Después de los sedimentos lacustres, los cuales ocupan parte de la superficie, las mayores extensiones están cubiertas por rocas basálticas y andesitas basálticas (QptA-B), referidas a los cerros Blanco (fotografía 16), La Tetilla, Potrerillo y Culiacán, destacando este último en el paisaje regional, por su elevación de 2,830 m.s.n.m.



Fotografía 16. Estribación oriente Cerro Blanco, a la altura de Zempoala, Jaral del Progreso, Gto.

Se dice (Huang-Walter, 1968) que el término “basalto” se deriva de una palabra etíope que significa una piedra negra que lleva hierro. En el uso moderno, los basaltos pueden definirse como lavas máficas en las que la plagioclasa cálcica es el principal mineral constitutivo junto con un cierto número de minerales máficos. Los minerales máficos son augita, olivino y óxidos de hierro; la hornblenda, la biotita y la hiperstena ocurren sólo en casos excepcionales. Pueden distinguirse dos grupos de basalto: las variedades portadoras de olivino y las variedades que carecen de olivino (toleitas), las cuales son marcadas frecuentemente por la presencia del cuarzo. Las primeras variedades del basalto se presentan comúnmente asociadas con productos de diferenciación alcalina, como el traquibasalto, la traquiandesita, la fonolita, mientras que los basaltos toleíticos aparecen asociados íntimamente con productos de diferenciación calcio-alcalinos, como la andesita, la dacita y la riolita.

En general, los basaltos son de textura de grano fino, frecuentemente desarrollan vesículas de gas, las más grandes son de varios decímetros de diámetro y pueden estar ocupadas por cristales de diversas zeolitas. Los basaltos son con ventaja , las más abundantes de todas las rocas volcánicas

En el municipio Jaral del Progreso los agregados pétreos de interés económico son: escorias volcánicas conocidas comúnmente como el tezontle, el tepetate compuesto de limo, arcilla, arena, grava, y el basalto o andesita basáltica, como nuevas localidades que pueden aportar arena-grava para caminos, carreteras e industria de la construcción.

IV. YACIMIENTOS MINERALES

(ver Carta de Yacimientos Minerales, Municipio Jaral del Progreso, escala 1:50,000 al final del texto).

El municipio Jaral del Progreso, históricamente no ha sido productor de minerales metálicos y no metálicos, lo cual se explica después de haber descrito el marco geológico en el que está comprendido el municipio de estudio.

El municipio Jaral del Progreso es esencialmente agrícola, pero los agregados pétreos de tezontle; de limo, arcilla, arena grava (tepetate) y el basalto o andesita basáltica, han contribuido parcialmente en su economía, fortaleciendo la infraestructura de sus caminos y carreteras, permitiendo y facilitando su comunicación social y cultural, así como el traslado y comercialización de los recursos del campo, a los centros de consumo. De acuerdo con la conformación de su territorio, estos agregados pétreos, representan un potencial amplio favorable para cubrir las necesidades en la apertura y mejoramiento de su infraestructura carretera, no siendo así con la industria de la construcción, por su deficiencia de arena-grava, que tiene necesidad de traerlos del municipio vecino Valle de Santiago.

En el municipio Jaral del Progreso se explotan activamente tres localidades y cuatro sin actividad, comprendidas entre estas, dos nuevas localidades para su futura explotación. Las principales localidades de agregados pétreos y sus características, se muestran en la tabla 1, que se presenta a continuación.

IV.1. Agregados pétreos investigados

Como se mencionó con anterioridad, el contexto geológico del municipio Jaral del Progreso está caracterizado por una distribución de roca efusiva básica del tipo de

basalto y rocas piroclásticas asociadas, que representan una fuente potencial de abastecimiento para satisfacer las necesidades de consumo de la municipalidad.

A continuación se citan las localidades investigadas, con la información trascendente de mayor interés y al final del texto se acompañan las fichas de cada una de las localidades, con información adicional básica, que constituyen parte del inventario físico de yacimientos minerales del estado de Guanajuato.

IV.1.1. Banco Cerrito de Camargo (Ficha JDP-1)

El banco de tezontle, se localiza en la coordenada UTM 2260267 N y 287330 E, en la porción noreste del municipio Jaral del Progreso, a 6.35 km al noreste 26° de la ciudad Jaral del Progreso. Actualmente activo.

El banco de referencia está constituido por un depósito de tezontle o lava escoriácea, tanto homogéneo como heterogéneo, de color café rojizo, café y escaso rojizo y negro, con material granular vesicular fino a medio y grueso. Por definición, la escoria o lava escoriácea, es una eyección piroclástica de marcada vesicularidad, de textura parcialmente vidriosa y parcialmente cristalina (Geitgey, 1994).

Tabla 1. Yacimientos minerales del municipio Jaral del Progreso, Gto.

No.	NOMBRE	LATITUD	LONGITUD	SUSTANCIA	POTENCIAL	USOS	ORIGEN
1	Cerrito de Camargo	2260267	287330	Tezontle	7'000,000 m ³	En carreteras de terracería para transito de vehículos y/o personas, en revestimientos y como rellenos	Volcánico
2	Zempoala	2246746	282110	Arena-grava	3'600,000 m ³	Revestimiento de caminos de terracería, la arena para manufactura de tabiques	Volcánico
3	La Tetilla	2251723	281095	Tezontle	787,500 m ³	En carreteras de terracería para transito de vehículos y/o personas, en revestimientos y como rellenos	Volcánico
4	La Barranquita Mocha	2250066	289851	Arena, grava-basalto	450,000 m ³	Carreteras de terracería, revestimientos, carreteras pavimentadas, industria de la construcción	Volcánico
5	El Colorado	2247341	289091	Arena, grava-basalto	200,000 m ³	Carreteras de terracería, revestimientos, carreteras pavimentadas, industria de la construcción	Volcánico
6	Cerro Culiacán	2248349	291286	Arena, grava-basalto	600,000 m ³	Carreteras de terracería, revestimientos, carreteras pavimentadas, industria de la construcción	Volcánico
7	Basurero Municipal	2260871	286574	Limo, arcilla, arena, grava (tepetate)	106,000 m ³	Recubrimiento de caminos, terracería y como balastro o cama para recibir la capa de asfalto en recubrimiento de carreteras	Sedimentario

A lo largo de su explotación, se puede apreciar que el depósito de tezontle muestra los siguientes zoneamientos: tezontle café a café rojizo masivo altamente vesicular, con material granular medio a fino y escaso grueso, la altura de la pared de explotación sugiere recomendar el llevar a cabo el sistema de explotación en bancos escalonados descendentes del orden de unos cinco metros de altura por escalón (fotografía 17). Tezontle café rojizo, masivo vesicular con boleos gruesos a medios; en esta porción, el Cerro Potrerillo muestra un encape de basalto andesítico mayor a los 5 m.(fotografía 18). El mismo sistema de explotación referido con anterioridad, puede desarrollarse también a lo largo de este banco.

La fotografía 19, muestra bandeamientos de tezontle de color rojizo con abundancia de color café, de material granular grueso, medio y fino. Por último, la fotografía 20 muestra una zona de tezontle heterogéneo, de color café y escaso de color negro, donde abundan los boleos y bloques de andesita basáltica sobre el material granular medio y fino.

Se considera que la variación de colores negro, café, café rojizo y rojizo, se debe a lo siguiente: el tezontle negro después de su depósito, no sufrió ningún recalentamiento; el tezontle de color café después de ser depositado, sufrió un leve sobrecalentamiento, con oxidación parcial de su hierro; en cambio, el tezontle de color café rojizo después de ser depositado sufrió un mayor sobrecalentamiento, con mayor oxidación de su hierro y por último, el tezontle rojizo es el que alcanza el mayor sobrecalentamiento, con mayor oxidación de su hierro, después de ser depositado.

El tezontle es utilizado en carreteras de terracería para tránsito de vehículos y/o personas, en revestimientos y como rellenos; para mayor información adicional, ver el capítulo V relacionado a usos y aplicaciones del tezontle.



Fotografía 17. Zona de explotación actual, tezontle Cerrito de Camargo, Jalisco del Progreso Gto.



Fotografía 18. Tezontle masivo vesicular, con boleos gruesos a medios, banco Cerrito de Camargo, Jalisco del Progreso Gto.



Fotografía 19. Bandeamientos de tezontle de color rojizo, con abundancia de color café, banco Cerrito Camargo, Jaral del Progreso, Gto.



Fotografía 20. Tezontle heterogéneo con abundancia de boleos y bloques de andesita basáltica, sobre el material granular medio y fino, banco Cerrito Camargo, Jaral del Progreso, Gto.

El banco de tezontle Cerrito de Camargo, es actualmente el banco de abastecimiento municipal, pertenece al Ejido Cerrito de Camargo, con un potencial estimado de 7'000,000 m³.

IV.1.2. Banco Zempoala (Ficha JDP-2)

El banco de arena, grava se localiza en la coordenada UTM 2246746 N y 282110 E, en la porción sur del municipio Jaral del Progreso, a 8 km al suroeste 18° de la ciudad Jaral del Progreso. Actualmente activo.

El banco de referencia conocido comúnmente como tepetate, está constituido por un depósito de eyección piroclástica de tipo homogéneo, formado por fragmentos clásticos de grava-gravilla redondeados y angulares, entremezclados con arena y arcilla de color crema amarillento de tonalidades rosadas, con algunos fragmentos gruesos hasta de 20 cm de longitud, de basalto vesicular poco sólido a masivo (fotografía 21).



Fotografía 21. Explotación y acarreo arena, grava, banco Zempoala, Jaral del Progreso Gto.

La fotografía 22 muestra la pared del banco con el material granular homogéneo y en su base, las bandas de fragmentos clásticos de grava, entremezclados con la arena y arcilla. Conforme la explotación profundice, es conveniente desarrollar el sistema de explotación en bancos escalonados descendentes, con la finalidad de aprovechar integralmente su material, tal y como se recomendó a los interesados en la explotación de dicho banco.

La fotografía 23, es una vista más del material granular homogéneo de arena, grava conocido comúnmente como tepetate, que conforma el banco Zempoala.

Se recomienda la instalación de una criba para el aprovechamiento del material fino del tamaño de la arena, la cual puede ser utilizada en la manufactura de tabiques y en la industria de la construcción. Actualmente el material conjunto, se utiliza en revestimiento de caminos de terracería; para mayor información adicional ver el capítulo V relacionado con usos y aplicaciones de la arena, grava (tepetate).

El banco Zempoala pertenece al Ejido Zempoala, con un potencial estimado de 3'600,000 m³, tomando en cuenta la configuración topográfica del terreno en el cual se encuentra situado.

IV.1.3. Banco La Tetilla (Ficha JDP-3)

El banco de tezontle, se localiza en la coordenada UTM 2251723 N y 281095 E, en la porción suroeste del municipio Jaral del Progreso, a 4.45 km al suroeste 54° de la ciudad Jaral del Progreso. Actualmente inactivo.

El banco de referencia está constituido por tezontle de color café rojizo y de color negro, con material granular grueso a medio y escaso fino, ocasionalmente también con algunos bloques de basalto vesicular hasta de 60 X 60 cm.



Fotografía 22. Horizontes de grava entremezclada con arena y arcilla, banco Zempoala, Jaral del Progreso, Gto.



Fotografía 23. Panorámica de tezontle de color negro con transición al tezontle de color café rojizo, Banco La Tetilla, Jaral del Progreso, Gto.

La fotografía 24, muestra una panorámica del paso de transición del tezontle negro al café rojizo; la fotografía 25 exhibe con mayor detalle dicha transición de colores negro al café rojizo y la abundancia de material piroclástico granular grueso del que está constituido el tezontle; así como porciones de un aglomerado volcánico. Por medio de las fotografías 26, 27, se puede apreciar con detalle el aglomerado volcánico, el cual según Huang, 1968, se forma por la acumulación de bombas arrancadas de la garganta o de los alrededores del respiradero de un volcán, por la rotura de una costra gruesa solidificada, y se les llama con más precisión *aglomerados de respiradero*. El aglomerado volcánico es semejante a la brecha, pero la mayoría de los fragmentos del aglomerado son redondeados o subredondeados, tal y como es el caso del banco La Tetilla.

Como complemento al juego de fotografías anteriores y como el banco en su desarrollo adopta una forma semicircular, se muestran además las fotografías 28,29, que en forma panorámica indican la continuación de dicho banco. La fotografía 30 muestra un acercamiento del cerro volcánico La Tetilla y un extremo del tezontle negro del banco de referencia, y por último en la fotografía 31 se aprecia en primer plano, el piso compuesto de tezontle negro y de aglomerado volcánico, y al fondo el volcán de escudo del Cerro Culiacán.

El tezontle del banco La Tetilla se utiliza en carreteras de terracería, para tránsito de vehículos y/o personas, en revestimientos y como rellenos; mayor información adicional se da a conocer en el capítulo V relacionado con usos y aplicaciones del tezontle. Para el aprovechamiento integral del material es recomendable una trituradora ya que las porciones del aglomerado, las cuales se presentan fuertemente cementadas y de tamaños grandes, según se aprecian en las fotografías respectivas, requieren de su trituración.

El banco de tezontle La Tetilla pertenece al Ejido Jaral del Progreso, con un potencial estimado de 787,500 m³.



Fotografía 24. Panorámica de tezontle de color negro con transición al tezontle de color café rojizo, Banco La Tetilla. Jaral del Progreso Gto.



Fotografía 25. Transición de colores negro al café rojizo con abundancia de material piroclástico grueso, Banco La Tetilla. , Jaral del Progreso Gto.



Fotografía 26. Aglomerado de respiradero, banco de tezontle La Tetilla, Jaral del Progreso Gto.



Fotografía 27. Detalle del aglomerado de respiradero, banco de tezontle La Tetilla. Jaral del Progreso Gto.



Fotografía 28. Panorámica tezontles café rojizo y negro, banco La Tetilla. Jaral del Progreso Gto.



Fotografía 29. Panorámica tezontle negro, banco La Tetilla. Jaral del Progreso Gto.



Fotografía 30. Cerro volcánico La Tetilla y parte del tezontle negro, banco La Tetilla. Jaral del Progreso Gto.



Fotografía 31. Afloramiento de tezontle negro, aglomerado volcánico y volcán de escudo del Cerro Culiacán. Jaral del Progreso Gto.

IV.1.4. Banco La Barranquita Mocha (Ficha JDP-4)

El banco de arena, grava derivados del basalto, se localiza en la coordenada UTM 2250066 N y 289851 E, en la porción sureste del municipio Jaral del Progreso, a 6.7 km al sureste 50° de la ciudad Jaral del Progreso. Actualmente inactivo, por ser una localidad nueva que puede ser técnica y económicamente explotada, con buenos rendimientos.

La nueva localidad que se da a conocer, consiste de una roca de un basalto andesítico lajeado (fotografía 32) y masivo localizado en el extremo poniente y piso del Cerro Culiacán, a la altura de la Barranquita Mocha, con entrada por Victoria de Cortazar y Colonia Santa Rita de la Cruz, a una distancia de unos 800 m de dicha colonia, en terreno perteneciente al Ejido Ojo Zarco. Esta localidad puede dar lugar a un futuro proyecto de explotación, el cual se puede desarrollar casi a la altura del tramo de carretera que comunica Ojo Zarco-Colonia Santa Rita de la Cruz y Providencia, para lo cual es recomendable limpiar el piso de la maleza existente y “descostrar” el terreno compuesto de la roca basáltica, de preferencia, fuera de los terrenos de cultivo. El proyecto requiere de equipos de trituración y pulverización.

El material por extraer puede ser utilizado en carreteras de terracería, en revestimientos, en carreteras pavimentadas y en la industria de la construcción; para mayor detalle ver capítulo V relacionado con usos y aplicaciones de los agregados pétreos de dicha roca volcánica.

La localidad La Barranquita Mocha es propiedad del Ejido Ojo Zarco, con un potencial estimado que puede ser realmente mayor a los 450,000 m³.



Fotografía 32. Andesita basáltica lajeada, La Barranquita Mocha. Jaral del Progreso Gto.

IV.1.5. Banco El Colorado (Ficha JDP-5)

El banco de arena, grava derivados de la andesita basáltica, se localiza en la coordenada UTM 2247341 N y 289091 E, en la porción sureste del municipio Jaral del Progreso, a 8.25 km al sureste 32° de la ciudad Jaral del Progreso. Actualmente inactivo.

Es un antiguo banco de andesita basáltica lajeada y masiva, utilizada en forma de arena, grava en la construcción del tramo carretero Victoria de Cortazar-Santiago Capitiro-El Sabino, así como en el revestimiento del Canal Ing. Antonio Coria; pertenece a Pedro Zuarte, con un potencial estimado de 200,000 m³; este banco se puede activar para la producción de arena utilizada en la industria de la construcción, entre otros, para lo cual requiere de equipo de trituración y pulverización.

IV.1.6. Cerro Culiacán (Ficha JDP-6)

El banco de arena, grava derivados de la andesita basáltica, se localiza en la coordenada UTM 2248349 N y 291286 E, en la porción sureste del municipio Jaral del Progreso, a 9 km al sureste 48° de la ciudad Jaral del Progreso. Actualmente inactivo por ser una localidad nueva, situada a la altura de la carretera empedrada que sube a la cima del Cerro Culiacán (zona de antenas).

Esta nueva localidad se considera como una reserva potencial al futuro, (ya que hay que dar prioridad en primer lugar, al proyecto de La Barranquita Mocha), pertenece al Ejido Santiago Capitiro, con un potencial estimado que puede ser mayor a los 600,000 m³.

IV.1.7. Basurero municipal (Ficha JDP-7)

El banco limo, arcilla, arena, grava (tepetate), se localiza en la coordenada UTM 2260871 N y 286574 E, en la porción norte del municipio Jaral del Progreso, a 6.55 km al noreste 16° de la ciudad Jaral del Progreso. Actualmente activo y su material sirve para revestir el camino empedrado que conduce a la cima del Cerro Culiacán (zona de antenas). Para mayor detalle ver capítulo V relacionado con usos y aplicaciones de los agregados pétreos de dichos sedimentos.

El banco de referencia está constituido por un depósito sedimentario continental detrítico, formado de limo, arcilla, arena, grava (conocido comúnmente como tepetate), con una cubierta de suelo vegetal de unos 20 cm de espesor, que sustenta pasto y arbustos. Es una localidad que fue explotada con anterioridad, perteneciente al Ejido Cerrito de Camargo, destinada actualmente como basurero municipal (fotografía 33).

La fotografía 34 muestra el extremo sureste del banco-basurero nuevamente en explotación, para lo cual fue removida la basura de este lugar y colocada hacia el centro del terreno y su finalidad como comenta Erick Gordillo Reynaga, encargado del basurero y de la explotación del banco, es el de aprovechar al máximo este tipo de material del cual carece el municipio, antes de llegar a cubrir en su totalidad la basura, para protección del medio ambiente.

El extremo sureste y otra pequeña parte al noroeste, casi a la entrada, conforman un potencial estimado de 106,000 m³ de limo, arcilla, arena, grava (tepetate), con tendencia a incrementarse, ya que Gordillo buscará remover basura que aún no está compactada y dejar expuesto el material del tepetate, para su explotación. Aún cuando el terreno tiene una superficie de 4 ha cubierta en su mayoría por basura, la explotación tiene que ser llevada a la profundidad, removiendo la basura; la fotografía 35 muestra parte de los límites del terreno, los sedimentos de limo, arcilla, arena, grava, la basura, el Cerro Potrerillo y en el extremo izquierdo la explotación de tezontle de la localidad JDP-1, apenas visible.

Una parte del terreno relleno con basura se encuentra actualmente cubierta por el agua de lluvia, debido a la abundante precipitación pluvial registrada durante los meses de septiembre-octubre del año 2003, y al alto contenido de arcilla del sedimento, que impide su rápida filtración al acuífero. Esta característica de estar el agua en contacto con la basura, puede llegar a contaminar el acuífero, sin embargo, posiblemente no suceda, ya que el nivel estático se encuentra a una profundidad del orden de los 200 m.



Fotografía 33. Banco de limo, arcilla, arena, grava (tepetate), utilizado como basurero municipal. Jaral del Progreso Gto.



Fotografía 34. Sitio de explotación limo, arcilla, arena, grava (tepetate), basurero municipal. Jaral del Progreso Gto.



Fotografía 35. Vista parcial del banco de limo, arcilla, arena, grava (tepetate), la basura y el Cerro Potrerillo, como basurero municipal, Jaral del Progreso, Gto.

V. Usos y Aplicaciones de los Agregados Pétreos de Basalto, Andesita Basáltica, Tezontle y Arena, Grava (Tepetate).

La propiedad física más relevante de un agregado pétreo aplicado a la construcción, es su resistencia o durabilidad, la cual depende de la porosidad, tamaño de poros y de su volumen total; también es importante su tendencia a quebrarse en partículas relativamente cúbicas.

Los materiales para la construcción deben ser esencialmente inertes, duros, de peso natural (gravedad específica alta 2.8 en caso del basalto y de 2.6 en caso de la andesita basáltica (tabla 2).

En una roca ígnea extrusiva es importante su textura, ya que su calidad es determinada por la resistencia que presenta la ligazón o entrelazamiento entre sus granos (Herrick, 1994). En el caso del basalto, el cual es de textura de grano fino, es más resistente a la abrasión, debido a dicha estrecha ligazón entre sus granos.

De acuerdo con la prueba de resistencia llamada Los Ángeles test, que es la prueba más común de la medida de la resistencia de un agregado pétreo a la abrasión, el basalto tiene un valor de abrasión 14 y la andesita un valor 18 (tabla 2). En esta tabla se le compara con la caliza y otras rocas felsitas (rocas de color claro) como la dacita, riolita y traquita.

Tabla Clasificación de rocas comúnmente usadas para materiales pétreos.

Grupo	Clasificación General	Roca	Gravedad específica aproximada	Prueba de abrasión Los Ángeles*	
				Promedio	Variación media **
Ígneo	Extrusiva	Basalto	2.8	14	10-17
		Felsitas +	2.6	18	
	Calcárea	Caliza	2.6	26	19-30

* Fuente: Wolf, 1953, modificado por Schencky y Torries, 1983.

** Los valores más altos se excluyeron después de quitar 1/5 al valor más alto y 1/5 al valor más bajo de las pruebas reportadas por D.O. Wolf.

+ Incluyen: andesita, dacita, riolita y traquita.

Los materiales pétreo se usan para proporcionar estabilidad y alta resistencia a la compresión, cuando llegan a compactarse. Se utilizan para bases de caminos, como rellenos solos o combinados, así como en la construcción residencial y comercial, y en otras especificaciones.

La carretera de terracería es un camino acondicionado con materiales naturales: tezontle, piedra bola, limo, arcilla, arena, grava (tepetate), etc. Incluyen fragmentos grandes mayores de 75 cm y menores de 2 m, medianos mayores de 20 cm y menores de 75 cm, chicos mayores de 7.6 cm y menores de 20 cm. Todos ellos para ser tendidos en el cuerpo del terraplén (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 1985).

La carretera revestida es un camino de una capa de materiales seleccionados, extendidos y compactados sobre las terracerías, para recibir las cargas que produce el tránsito. Se definen como materiales pétreos o suelos seleccionados por sus características físicas para emplearse en la construcción de revestimientos y para sub-bases de pavimento, ya que se estabilicen o no, con algún producto natural o elaborado.

Carretera pavimentada, camino hecho sobre la base de un revestimiento, con materiales resistentes para el tránsito de vehículos pesados y con una superficie tersa de rodamiento de asfalto. Se definen como materiales pétreos seleccionados que aglutinados con un material asfáltico, se emplean para construir carpetas o mezclas asfálticas. El asfalto es un material bituminoso, sólido o semisólido con propiedades aglutinantes y que se licua gradualmente al calentarse. Está constituido principalmente por asfáltenos, resinas y aceites; estos constituyentes le dan al asfalto sus características de consistencia, poder de aglutinación y ductibilidad.

En el caso del material pétreo de basalto, se puede decir que todo el material es utilizable, desde bloques de un metro o mayores, grava de 3 1/2", gravilla de 3/8", finos de 1 1/2", arenilla o finos (casi polvo); así como la piedra bola y lajas que se utilizan en caminos o carreteras con pendientes fuertes que facilitan que el agua de lluvia lixivie los materiales como el tepetate o tezontle, como es el caso del camino que conduce a la cima del Cerro Culiacán (zona de las antenas). Este camino se presenta empedrado con piedra bola y lajas, con tramos recubiertos con tepetate traído del banco basurero municipal.

Tanto el tezontle como parcialmente el tepetate compuesto de sedimentos de limo, arcilla, arena, grava se encuentran en activa explotación para surtir su demanda, en los bancos Cerrito de Camargo y Basurero Municipal.

El tezontle tiene un amplio uso en carreteras de terracería para el tránsito de vehículos y/o personas, en revestimientos de carreteras como base revuelto con limo, arcilla, arena, grava (tepetate) para recibir la capa de asfalto. Sin embargo, últimamente su uso en carreteras pavimentadas se ha restringido, debido a su baja resistencia a la compresión y a que "chupa" mucho chapopote, por lo cual encarece los costos.

El tepetate compuesto de limo, arcilla, arena, grava, se usa en recubrimientos de caminos de terracería y como balastro o cama para recibir la capa de asfalto en recubrimientos de carreteras.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El municipio Jaral del Progreso cuenta con material de tezontle, con un potencial estimado mayor a los 8 millones de metros cúbicos, para satisfacer sus necesidades en el mejoramiento y conservación de su infraestructura carretera, utilizado ampliamente en el recubrimiento de caminos de terracería, y en otras especificaciones.

Se considera conveniente y se recomienda, continuar la explotación de los sedimentos de limo, arcilla, arena, grava (conocido comúnmente como tepetate) del banco del basurero municipal, teniendo en cuenta que es la única localidad con este tipo de material, el cual se encuentra inmediatamente abajo del suelo de cultivo Vertisol pelico, de alto rendimiento y con buena infraestructura de riego, razón por la cual no es factible la apertura de nuevas localidades.

Su explotación tal y como se comentó con Gordillo, encargado del basurero y de la explotación del tepetate, debe llevarse a la profundidad, removiendo la mayor cantidad de basura que aún no está compactada, para aprovechar al máximo este tipo de agregado pétreo, el cual puede tener un potencial mayor al estimado de 106,000 m³, ya que su tendencia es el incrementarse conforme se despeje de basura el terreno.

2. Teniendo en cuenta la deficiencia de arena, grava del municipio, se recomienda promocionar el uso del material pétreo derivado del basalto, con la apertura de un nuevo proyecto de explotación a desarrollar a la altura del tramo carretero entre la Colonia Santa Rita de la Cruz (con entrada por Victoria de Cortazar) y Cerro la India, frente a la Barranquita Mocha; terreno que forma parte del piso de la estribación poniente del Cerro Culiacán, compuesto de dicha roca basáltica. El prospecto puede contar con una longitud de unos 500 m, ancho 500 m, potencia de 5 m y potencial estimado de $1'250,000 \text{ m}^3$.

Todo el material pétreo derivado del basalto, como se dijo con anterioridad, es utilizable, desde de bloques de un metro o mayores, grava de $3 \frac{1}{2}$ ", gravilla de $\frac{3}{8}$ ", finos de $1 \frac{1}{2}$ ", arenilla o finos (casi polvo), como resultado de su trituración y molienda; así como la piedra bola y las lajas, que se utilizan tanto en la construcción de carreteras, como en la industria de la construcción.

Para desarrollar este proyecto, se requiere limpiar de maleza y "descostrar" el terreno y la formación de bancos de préstamo del material, de unos 5 m de altura; este sistema sirve a la vez de exploración-explotación, para su posterior trituración y molienda, para lo cual es necesario la adquisición de este tipo de equipos.

Con la finalidad de aprovechar integralmente todo el material posible de los bancos Cerrito de Camargo, Zempoala y La Tetilla, que siguen una explotación desordenada y presentar paredes sensiblemente verticales, se recomienda seguir el sistema de explotación en bancos escalonados descendentes, con escalones de unos 5 m de altura o menores, según convenga a dicha explotación, según lo determine un estudio de mecánica de rocas.

BIBLIOGRAFÍA

Botsford, C.W., 1909, Geology of Guanajuato district, México: Engineering and Mining Journal: v. 87, p. 691-694.

Campa, M. F., Coney, P. J., 1983 Tectono-stratigraphic terranes and mineral resource distributions of México: Canadian Journal of Earth of Science, v. 20, p. 1040-1051.

Chauve, Pierre, et al., 1985, Les rapports structuraux entre les domaines cordillerain et mesogéen dans la partie central du Mexique. Comptes de l'academie des sciences, Paris. Tome 301 serie II No. 5, p. 335-340.

Geitgey, R. P., 1994, Pumice and volcanic cinder: industrial minerals and rocks, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., Littleton, Colorado, 6th edition, p. 803-813.

Herrick, H. D., 1994, Stone, crushed, industrial minerals and rocks, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., Littleton, Colorado, 6th edition, p. 975-979.

Huang, T. W., 1968, Petrología, Primera Edición en Español: Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana, p. 167-168, 188-189, 251-258.

INEGI, 1998, Estudio Hidrológico del Estado de Guanajuato, 174 p.

INEGI, 1997, Cuaderno Estadístico Municipal, Jaral del Progreso, Guanajuato, edición 1997.

INEGI, 1990, Guías para la Interpretación de Cartografía, Edafología, 45 p., Hoja Edafológica Valle de Santiago F14-C73.

Ortega-Gutiérrez, E., 1991, Provincias Geológicas de México, Capítulo VI del texto Explicativo de la Quinta Edición de la Carta Geológica de la República Mexicana, Univ. Nal. Autón. México, 74 p.

Ortiz-Hernández, L.E., Chiodi M., Lapierre H., Monod O., Calvet Philippe, 1992, El arco intraoceánico alóctono (Cretácico Inferior) de Guanajuato, características petrográficas, geoquímicas, estructurales e isotópicas del complejo filoniano y de las lavas basálticas asociadas; implicaciones geodinámicas: Univ. Nal. Autón. de México, Inst. de Geol., Revista vol. 9, núm 2, 1992, p. 125-145.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 1985, Normas de calidad de los materiales, carreteras y autopistas, materiales para terracerías, p. 5-8, 243-261, 263-273.

Yta, Miriam, 1992, Etude geodynamique et metallogénique d'un secteur de la "Faja de Plata", Mexique: La zone de Zacatecas-Francisco I. Madero, Saucito. Université D'Orleans, U.F.R., Des Sciences Fundamentales et Appliqués, 265 p.