



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PREDIO
LA PASIÓN COMO BANCO DE AGREGADO
PARA CONCRETO**



TESIS QUE PARA OBTENER
EL GRADO DE LICENCIATURA EN
INGENIERÍA GEOLÓGICA

Presenta:

CARLOS ALVARADO LÓPEZ

Director de tesis
ING. ROBERTO URIBE AFIF

México, 2010

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres, especialmente a mi madre (q.e.p.d), a quien le agradezco de todo corazón su amor, cariño, comprensión, esfuerzo y tantos desvelos, dejando su vida misma.

En donde quiera que te encuentres,
gracias mamá por todo lo que
me enseñaste y me diste.

A Yolanda, Gipsy, Alberto y Paola
*Porque su existencia
ha alegrado
la mía.*

AGRADECIMIENTOS

Toda mi gratitud al departamento de Ciencias de la Tierra
en la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Nacional Autónoma de México,
en donde realicé mis estudios.

A los profesores que compartieron conmigo su conocimiento
y su experiencia, especialmente al ingeniero
ROBERTO URIBE AFIF, ya que gracias a su
invaluable ayuda pude concretar este trabajo.

A Cemex: que me ha brindado su apoyo y que, además,
representa un parteaguas entre una etapa
muy enriquecedora y el camino
que el tiempo obliga.

A mi familia: por sus consejos, por su apoyo
y por todo el amor que me han dado.
Por todas las horas compartidas
en la distancia y nuestros
juegos por teléfono.

A mis amigos por su confianza y lealtad.

Mi más sincera gratitud a la ingeniera
HIGRID SALTO RIVERA con quien
trabajé arduamente muchas
horas en este proyecto.

Quiero agradecer a todas las personas que de manera
indirecta colaboraron en este trabajo.
También, a aquellas que las merecen
por haber plasmado su huella
en mi camino.

ÍNDICE

RESUMEN.....	5
INTRODUCCIÓN	7
LOCALIZACIÓN	7
VÍAS DE COMUNICACIÓN	8
ENTORNO FISIAGRÁFICO.....	9
GEOLOGÍA REGIONAL.....	9
CLIMA Y VEGETACIÓN	11
HIDROGRAFÍA.....	12
OBJETIVOS.....	13
METAS.....	13
MÉTODO DE TRABAJO	13
RESULTADOS.....	17
CÁLCULO DE VOLÚMENES.....	34
PRUEBAS DE LABORATORIO	39
ANÁLISIS	42
CONCLUSIONES.....	44
ANEXOS	46
REFERENCIAS	67

RESUMEN

Se realizó el estudio de factibilidad para la explotación de agregados, al predio denominado La Pasión, ubicado en el municipio de Poncitlán en el estado de Jalisco; donde por medio de la exploración directa, se realizaron 15 sondeos a diamante con recuperación continua de núcleo, con una profundidad máxima de 50 metros y un total de 585.55 m perforados.

El presente trabajo se elaboró siguiendo una metodología que es la propuesta del mismo, con la finalidad de validar el predio La Pasión y se divide en tres etapas:

1. Pre-exploratoria
2. Exploratoria
3. Post-exploratoria

Una vez recopilada toda la información necesaria se realizó la interpretación geológica de la zona de estudio. Con una selección de muestras de roca para estudios petrográficos y análisis químicos de elementos mayores.

Ahora bien, ya que una de las aplicaciones más importantes del material es la producción de grava y arena, se practicó la caracterización total en grava y arena del banco La Pasión. Por lo que se clasificó la roca como un basalto debido a la litología del terreno que corresponde a roca de color gris oscuro, dura, densa y con textura de grano fino.

En el análisis químico realizado, el resultado obtenido fue de 56.20% de óxido silicio y en la caracterización total se obtuvieron los siguientes valores: masa volumétrica suelta de 1335.88 kg/m^3 masa volumétrica compactada de 1571.25 kg/m^3 , densidad 2.65 g/cm^3 , porcentaje de absorción 1.04%; abrasión por el método de la máquina de los ángeles 11.99% e impacto del agregado 4.78% y para arena con los siguientes resultados: granulometría se encuentra dentro de los límites 2.3 a 3.1 (cumple con la N XC-077), modulo de finura 2.43 g/cm^3 , densidad 2.53 g/cm^3 , porcentaje de absorción 3.86%, pérdida por lavado 14.59%, plasticidad (límite líquido 18.24, límite plástico 16.00%, índice de plasticidad 2.24% y contracción lineal 0.31%). Por lo tanto se clasifica de buena calidad física y química ya que cumple con lo establecido en las normas NMX C-111, BS-182 y NMX C-75.

Por lo que en base a los resultados anteriores, el banco La Pasión se considera que presenta potencial para la extracción de material pétreo para el suministro de agregados, con un área de explotación de 123 Ha, el volumen calculado de reservas de material útil fue de 13.4 millones de metros cúbicos y un volumen de 851 mil metros cúbicos de material de despilme (basalto poroso y material arcilloso) que tendría un uso comercial como bases y sub-bases de pavimento y principalmente agregado para concreto y pavimento de asfalto, block entre otros. Donde se podrá garantizar las reservas superiores a los 10 años, con un promedio de explotación mensual de 50,000 toneladas.

Introducción

Los sondeos hacen posible investigar las características de bloques de terreno que de otra manera resultaría accesible a un gasto mucho mayor. En algunas investigaciones los sondeos tienen como objetivo conseguir información geológica como son posición de un contacto, postura de una formación en la columna estratigráfica; en otras intenta determinar la presencia o ausencia de vetas o indicios de mineralización. En algunas minas en explotación los sondeos se utilizan para obtener la información necesaria para la estimación de reservas mineral, geológica y calidad del yacimiento, que es el objetivo de este trabajo.

Existen diferentes mecanismos utilizados para la obtención o recuperación de muestras en un yacimiento. En general se pueden resumir en:

- a) Perforación con percusión
- b) Perforación con circulación inversa
- c) Perforación con diamante

Es por eso que surgió la necesidad de localizar un sitio para la posible explotación de material pétreo para abastecer a la industria de la construcción, se realizó una visita de inspección al predio nombrado La Pasión, ubicado al sur del poblado Poncitlán, en el estado de Jalisco. En esta primera visita y tomando en consideración las características de las rocas que afloran, se determinó que el sitio tiene potencial y se recomendó realizar un trabajo de mayor detalle por lo cual se realizó la exploración directa con la extracción de núcleo con perforación a diamante; lo cual se hizo por medio de 15 sondeos con recuperación de núcleos, con un total de 585.55 m de perforación; el objetivo fue contar con un banco alterno para suministro de agregados al área metropolitana de Guadalajara. El predio lo conforman dos terrenos de 60 y 63 hectáreas respectivamente.

LOCALIZACIÓN

La zona de estudio está ubicada al sur de Poncitlán, en el estado de Jalisco, sus coordenadas geográficas tomadas con GPS al antiguo banco de explotación son 20°21'08.7" Latitud norte y 102°56'20.8 Longitud oeste. Limita al norte con los

Las vías de comunicación para acceder a la zona estudiada son las siguientes:

- a) Por el oriente: se puede arribar por la carretera federal número 80 México-Morelia.
- b) Por el norte: se puede arribar por la carretera federal número 35 Guadalajara-Chapala.

Se cuenta también con la red ferroviaria a través de la línea México-Guadalajara, del Sistema Ferrocarriles Nacionales de México, conectando cuatro estaciones con el municipio donde se encuentra el predio estudiado.

Poncitlán cuenta con servicio de correo (1 administración y 8 agencias), telégrafo (1 administración) y teléfono (600 líneas instaladas, 600 líneas en servicio y 1,267 aparatos telefónicos) y radiotelefonía.

En lo que a la transportación se refiere, la urbana y la rural, se realiza a través de taxis, autobuses foráneos y vehículos particulares.

ENTORNO FISIAGRÁFICO

De acuerdo con el mapa de las provincias fisiográficas de México (Lugo-Hubp y Córdoba, 1995), la zona estudiada queda comprendida dentro de la provincia denominada Eje Neovolcánico, a su vez dentro de la Cuenca del río Atoyac, perteneciente a la región hidrológica río Balsas (INEGI "a",2007), en la provincia geomorfológica del Cinturón Neovolcánico Transversal y la subprovincia geomorfológica de Cuencas y Estratovolcanes. El municipio Poncitlán se encuentra a una altura aproximada sobre el nivel medio del mar de 1,524.00 m.s.n.m. contando con 3 principales elevaciones sobre 2,000.00. Éstas son el Cerro del Chiquihuitillo, el Cerro del Alfiler y el Cerro de San Sebastián.

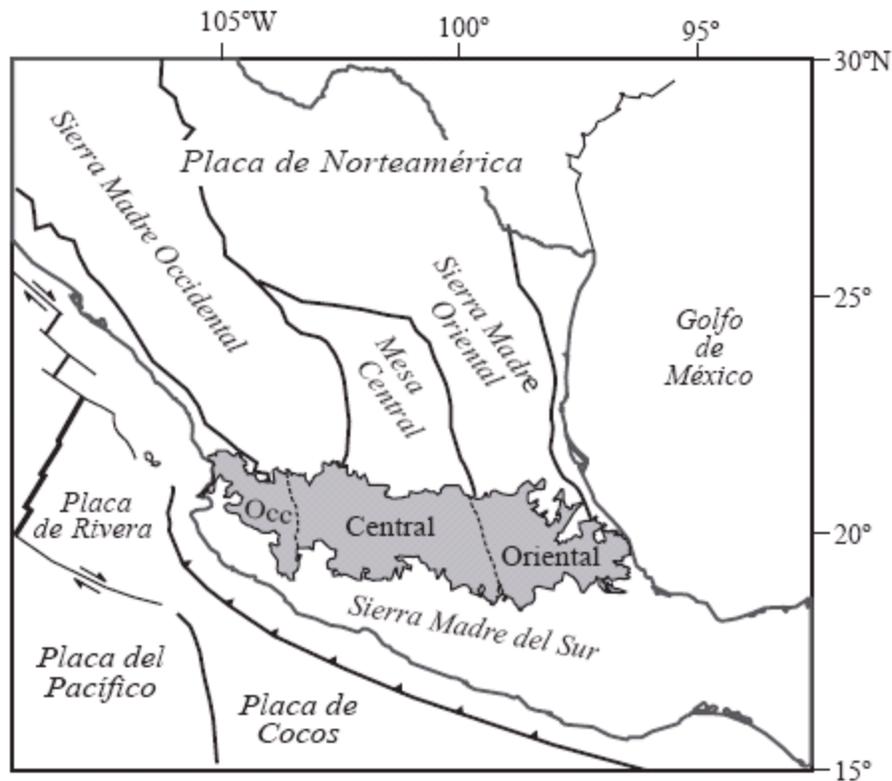
Su orografía está caracterizada por: zonas accidentadas en un 42%; zonas semiplanas en un 31% y zonas planas en un 27%.

GEOLOGÍA REGIONAL

El banco La Pasión está localizado dentro de las coordenadas 20° 21' 08.7" N y 102° 56' 20.8" W a 1700 msnm dentro del Cinturón Volcánico Transmexicano

(CVM), tiene una extensión aproximada de 1000 km y un amplitud irregular entre los 80 y 230 km; tiene una dirección preferencial E-W en su parte central y oriental, y WNW-ESE en la parte occidental formando un ángulo cercano a los 16° respecto a la Trinchera Mesoamericana (Gómez-Tuena et al., 2005). Éste a su vez se divide en tres sectores o porciones con base en su geología y tectónica, una porción occidental entre las costas del Golfo de California y la junta triple de los rifts de Zocoalco, Chapala y Colima (Allan, 1986); una porción central comprendida entre dicha estructura y el sistema de fallas Taxco-San Miguel de Allende y una porción oriental entre este sistema y la Costa del Golfo de México (véase la figura 2).

FIGURA 2. Ubicación de la faja volcánica transmexicana (en gris) y ubicación de los tres sectores de la FVTM



La historia geológica del CVM se puede dividir en cuatro episodios principales:

1. La instauración de un arco de composición intermedia en el Mioceno medio y tardío.

2. Un episodio mágico del Mioceno tardío, esencialmente conformado por mesetas basálticas, emplazadas a través de fisuras.
3. Un episodio silíceo de finales de Mioceno que llega a ser de composición bimodal en el Plioceno temprano, las primeras manifestaciones posteriores al vulcanismo silíceo del Mioceno tardío se presentan en el área de Guadalajara y en la parte norte del rift de Colima. En la región de Guadalajara, se han reportado basaltos alcalinos de tipo intraplaca, que se emplazaron a partir de los 5.5 Ma (Gilbert y G., 1985; Moore y Carmichael, 1994). Durante todo el Plioceno temprano, en la parte norte del rift de Colima y en el campo volcánico de Ayutla domina un vulcanismo máfico de composición alcalina con una ligera firma de subducción (Allan, 1986; Richter y Rosas-Elguera, 2001). Esta misma secuencia se encuentra alrededor del Lago de Chapala, aunque las edades más antiguas indican que se inició a finales del Mioceno tardío a ~6 Ma (Delgado-Granados et al., 1995).
4. La reinstauración de un arco con gran variabilidad composicional a partir del Plioceno tardío. En casi toda el CVM el vulcanismo silíceo y de composición bimodal se ve reemplazado por un arco volcánico de composición predominantemente andesítico-basáltica que comienza a desarrollarse a partir del límite del Plioceno temprano y el Plioceno tardío. A partir del Plioceno tardío, el frente volcánico está dominado por campos de volcanes monogenéticos. Es entonces cuando se construyen los principales estratovolcanes del CVM occidental.

CLIMA Y VEGETACIÓN

El clima del municipio se considera semiseco, con otoño, invierno y primavera secos y semicálidos, sin cambio térmico invernal bien definido. La temperatura media anual es de 21°C, con máxima de 28.1°C y mínima de 12.8°C. El régimen de lluvias se registra entre los meses de junio, julio y agosto, contando con una precipitación media de 810 milímetros. El promedio anual de días con heladas es de 4.3. Los vientos dominantes son variables, predominantes los del sureste.

La vegetación natural del municipio ocupa fundamentalmente las zonas con pendientes a 15° y está formada principalmente por bosque tropical caducifolio (carta de uso de suelo, INEGI, 2001). Las zonas planas, dedicadas a cultivo, poseen una mezcla de arbolados nativos con especies introducidas, sembradas a las orillas de los caminos o en las comunidades.

HIDROGRAFÍA

El municipio se encuentra ubicado en la gran cuenca “Lerma-Chapala-Santiago”, en la región hidrológica RH-12 Lerma-Santiago y cuenca “E” Río Santiago-Guadalajara, en donde se localizan los ríos Zula y Santiago, este último nace en el lago de Chapala. En lo que respecta al río Zula, nace en la región alta del Estado; recoge la mayoría de los escurrimientos del área de aplicación y de la ciudad, corriendo de noroeste a suroeste y cruzando Ocotlán para tributar al río Santiago.

Los arroyos más importantes son El Aguilote, El Salto, Los Lobos y el Tigre de Ibarra, Colorado, El Diablo y sus manantiales, Agua Caliente y la presa de la Tinaja.

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es dar a conocer el potencial que presenta el sitio como posible fuente de suministro de agregados para abastecer la zona metropolitana de Guadalajara; debido al crecimiento urbano, es necesario localizar nuevos bancos que cubran la demanda en esta zona y, asimismo, ver la utilidad que tiene el campo de la geología antes de la explotación de minas de material pétreo y dar a conocer los aspectos fundamentales que se deben observar antes de la aprobación de un proyecto de este tipo.

METAS

1. Determinar las características, físicas, estructurales, estratigráficas y geotécnicas de las diferentes unidades geológicas que afloran en la zona de estudio.
2. Conocer la distribución, tanto a escala regional como a detalle de las diferentes litologías del área en la cual se explotará la mina.
3. Analizar las características físicas, químicas y mineralógicas de los materiales a explotar.
4. Definir los posibles bancos de material de grava-arena que se ocuparán, para la producción de concreto.

MÉTODO DE TRABAJO

Etapa pre-exploratoria

Se realizó una investigación bibliográfica acerca de la zona, así como de las características y usos de los agregados. La elaboración de rutas para la verificación y al mismo tiempo se consultaron cartas topográficas y geológicas de INEGI (F13D76, F13D77, F13D86 y F1387) a una escala 1:50000 y 1:250000 respectivamente de la zona de interés con la intención de ubicar los sitios potenciales para producción de agregado.

Etapa exploratoria

La exploración de campo se basó en la elaboración de un mapa geológico tomando en cuenta los siguientes puntos:

- Identificación y descripción de unidades litológicas
- Muestreo sistemático de cada unidad litológica para los diversos análisis planeados.
- Verificación y definición de la extensión de las unidades y estructuras geológicas propuestas.
- Reconocimiento de cuerpos rocosos para una posterior correlación de unidades a escala regional. Durante esta etapa se realizó la ubicación de los barrenos para la exploración directa.

Posteriormente, en la parte de exploración directa para la extracción de núcleos con perforación a diamante, se utiliza una broca compuesta de una corona cubierta de pequeños diamantes industriales cementados en una matriz de carburo de tungsteno, la cual gira y corta un testigo cilíndrico de la roca que atraviesa. La broca se localiza en el extremo inferior de una sarta compuesta por tubos roscables, éstos no sólo transmiten el movimiento y presión desde la maquina perforadora (longyear 34), sino que sirven para conducir una corriente de agua que limpia el paso de los fragmentos y restos de roca producidos durante la perforación, además de servir como un lubricante y enfriador de toda la sarta de perforación.

Periódicamente al avanzar la perforación, el perforista saca el tubo muestreador mediante el sistema de Wire Line y retira el testigo que se ha acumulado en éste, el cual se encuentra dentro del tubo exterior o barril y encima de la broca. Este testigo que constituye la muestra principal, se coloca en cajas para su transporte al laboratorio o almacén de núcleo.

Para realizar los sondeos, se utilizó una máquina perforadora Longyear 34 y una bomba de lodos Moyno 3L6. Se consideró la extensión del predio para determinar el número de sondeos que se realizarían, donde se contemplaron después de la etapa pre-exploratoria, los sitios potenciales para determinar la ubicación de cada uno de los sondeos con la ayuda del GPS.

También se tomaron en cuenta los siguientes requerimientos; acceso para cada uno de los sondeos y planilla de barrenación, verificación de suministro de agua para los trabajos de perforación, determinar el tipo de diámetro de donde se obtendrían las muestras, almacenaje de los núcleos extraídos, registros de campo y bitácora de trabajo, por último, descripción de los núcleos, así como el programa de las pruebas especiales que se practicarían en el laboratorio.

La selección del método de perforación dependió principalmente de la información geológica y estimación de reservas del producto (basalto), por lo que fue obligatorio la extracción de núcleo para determinar estos dos factores, otras condiciones que se deben de considerar y que no dejan de ser menos importantes son las siguientes: la topografía, la hidrografía del sitio, los permisos de explotación estatales, la profundidad del barreno, condiciones geológicas del sitio, el diámetro de barrenación (NQ 2.9 cm) con extracción de roca inalterada y porcentaje de recuperación. Se realizaron 15 sondeos a diamante con recuperación continua de núcleo, con una profundidad máxima de 50 metros y un total de 585.55 m perforados.

El objetivo de la barrenación fue determinar la litología, porosidad, permeabilidad, densidad y absorción de la roca extraída (basalto), así como determinar su grado de fracturamiento.

Mediante este método se obtuvieron muestras cilíndricas de hasta 1.50 m de largo y con un diámetro de 2.9 cm. Una vez en la superficie, el núcleo se recuperó y se almacenó en las cajas para núcleos midiendo su recuperación y RQD en caso de que existiera, llevando estos valores a las hojas de registro de campo.

Etapas post-exploratoria

En esta etapa se integró toda la información obtenida en las etapas pre-exploratoria y de exploración para realizar la interpretación geológica de la zona de estudio. Se realizó una selección de muestras de núcleo de los sondeos realizados, para estudios petrográficos, así como para análisis químicos de elementos mayores, entre otras.

En general la litología del terreno corresponde a roca de color gris oscuro, dura, densa y con textura de grano fino, clasificada como basalto. Su matriz microcristalina está compuesta por plagioclasas y una gran cantidad de máficos diseminados.

En los análisis químicos realizados y de acuerdo con los resultados obtenidos, arrojó porcentaje de óxido de silicio de 56,20%. Una de las aplicaciones más importantes del material explorado, es la producción de grava y arena, es por eso que se realizó la caracterización total a la grava del banco La Pasión cuyos resultados son los siguientes: masa volumétrica suelta de 1335.88 kg/m³, masa volumétrica compactada de 1571.25 kg/m³, densidad 2.65 g/cm³, porcentaje de absorción 1.04%; abrasión por el método de la máquina de los ángeles 11.99% e impacto del agregado 4.78%. Por lo tanto se clasifica de buena calidad física, pues cumple con lo establecido en la normas NMX C-111, BS-182 y NMX C-75.

Con un área de explotación de 123 Ha, el volumen calculado de reservas de material útil fue de 13.4 millones de metros cúbicos y un volumen de 851 mil metros cúbicos de material de despilme (basalto poroso y material arcilloso) que tendría un uso comercial como bases y sub-bases de pavimento y, principalmente, agregado para concreto y pavimento de asfalto, block entre otros.

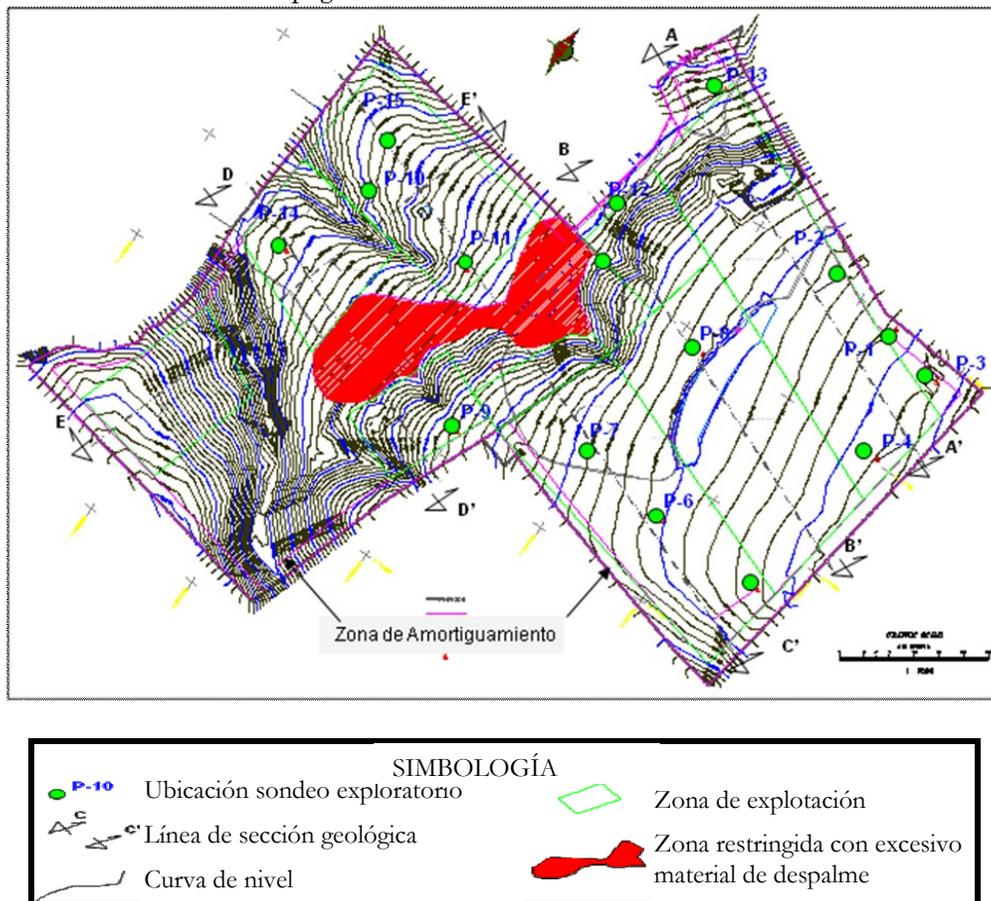
Se considera un banco potencial de suministro de agregados con lo que se podrán garantizar las reservas para diez años, si se considera una explotación promedio de 50,000 toneladas mensuales.

RESULTADOS

Con la finalidad de obtener información suficiente del subsuelo para caracterizar los dos predios, motivo del presente estudio, se realizaron 15 sondeos exploratorios, de los cuales 10 se distribuyeron en el predio 1 y 5 en el 2. En cada uno de los sondeos se realizó el perfil geotécnico en el cual se presenta la litología, gráficas de recuperación y RQD (índice de calidad de roca) éste indica el grado de fracturamiento del macizo rocoso. La profundidad máxima de barrenación fue de 50 metros, sumando un total de 585.55 m perforados (véase el mapa 1).

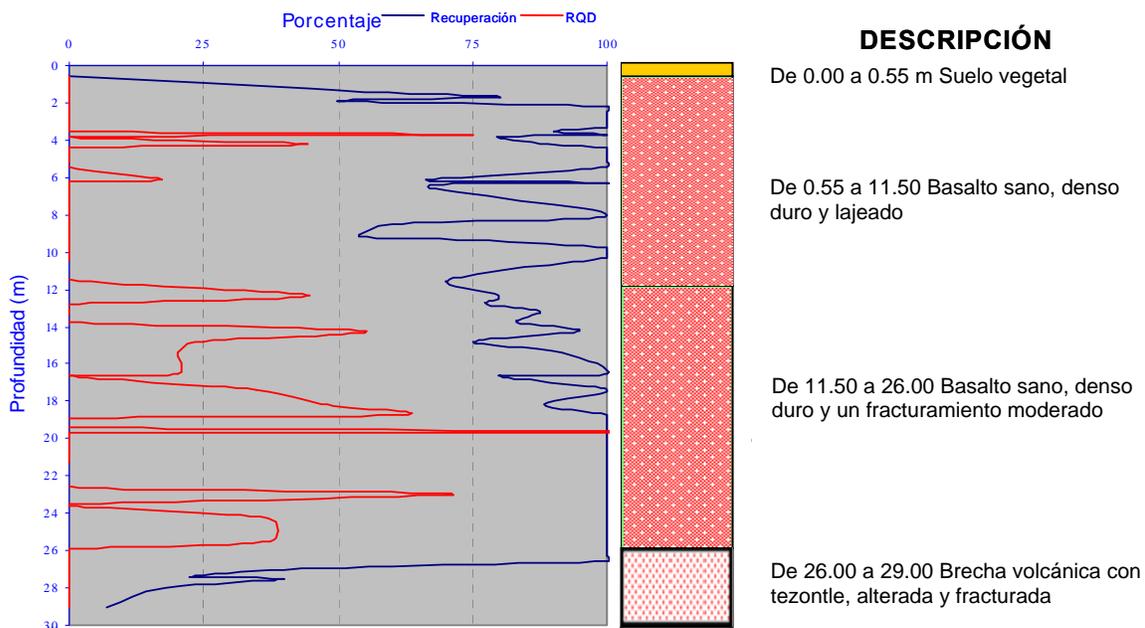
Por este método se obtuvieron muestras cilíndricas de hasta 1.50 m de largo y con un diámetro de 2.9 cm. Una vez en la superficie, el núcleo se recuperó y se almacenó en las cajas para núcleos midiendo su recuperación RQD, en caso de que existiera, llevando estos valores a las hojas de registro de campo.

MAPA 1 . Plano topográfico del banco La Pasión. Ubicación de sondeos

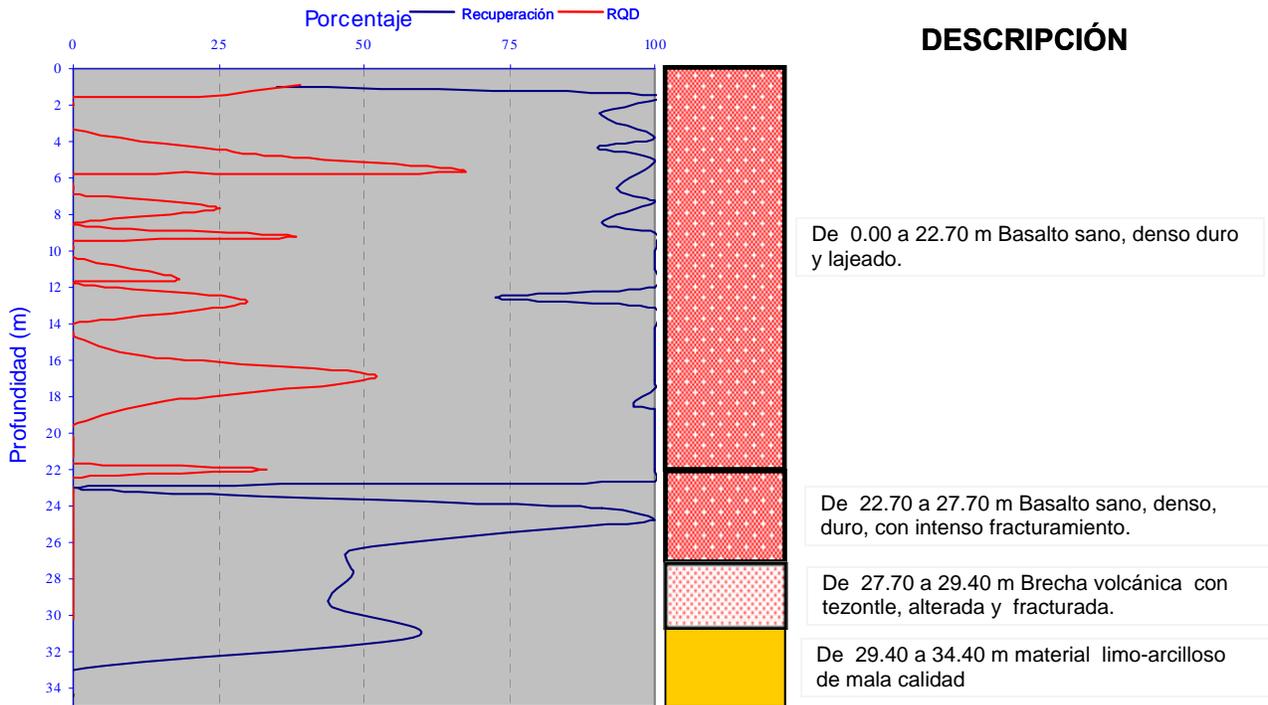


A continuación se describen las principales características de cada uno de los sondeos realizados

Perfil Geotécnico Sondeo P-1



Perfil Geotécnico Sondeo P-2



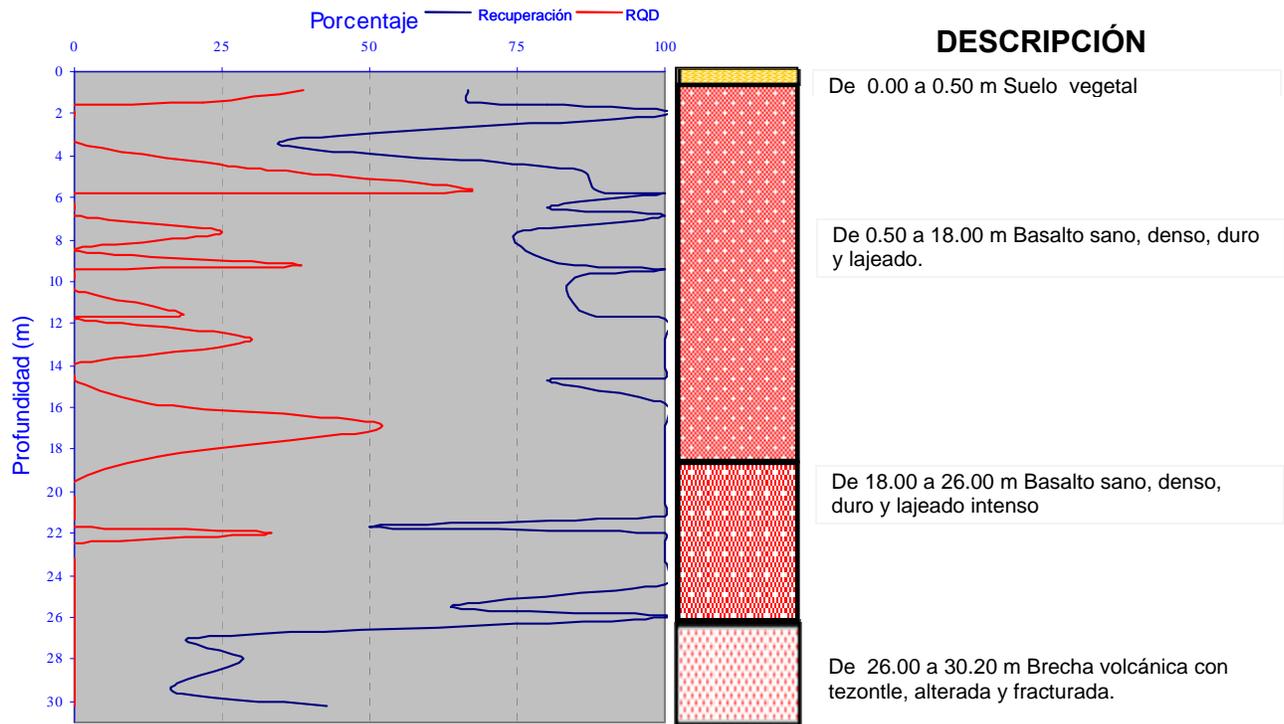


Vista frontal del banco la Pasión, tomada desde la parte poniente del predio 1.

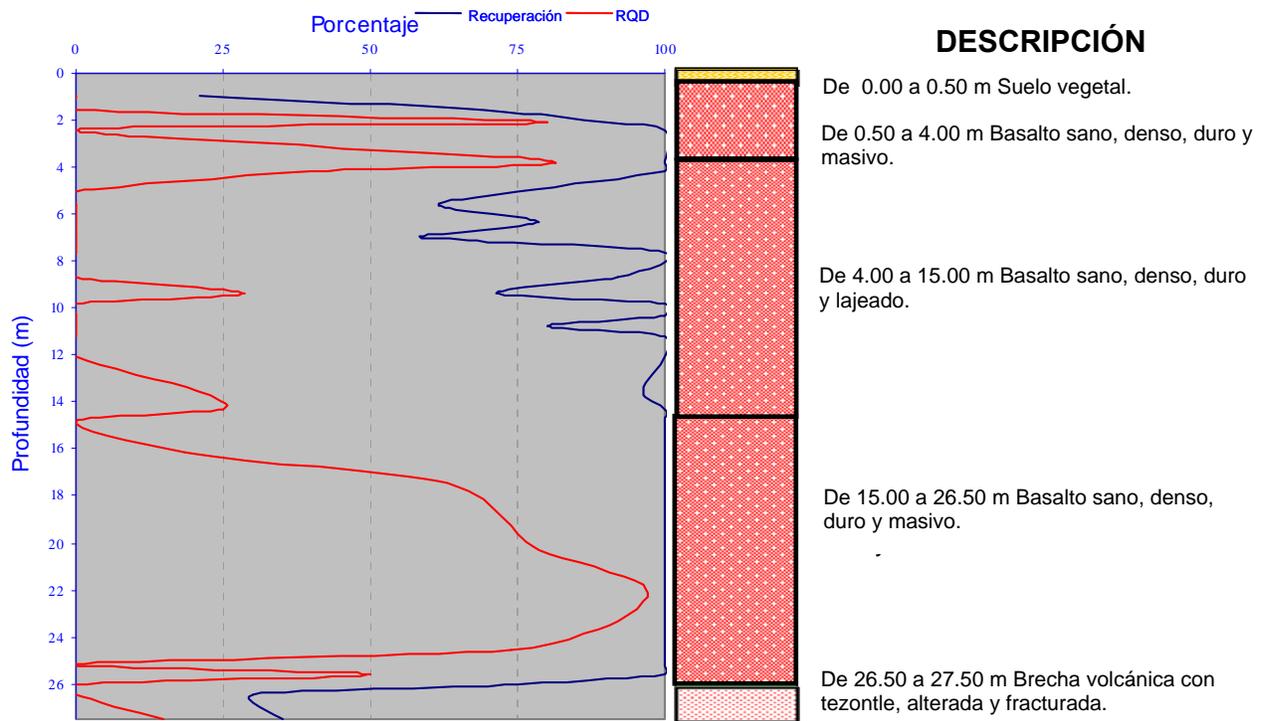


Afloramiento de basalto profundo, dentro del antiguo frente del predio 2 , vista hacia el norte.

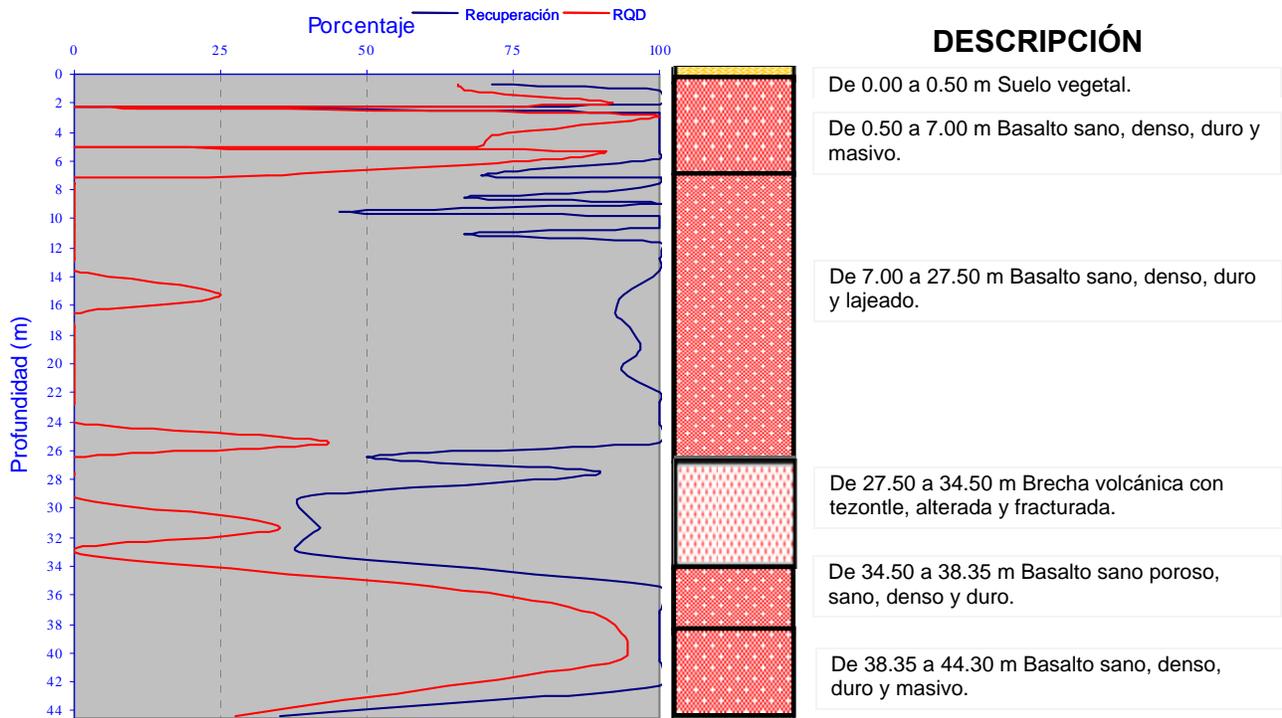
Perfil Geotécnico Sondeo P-3



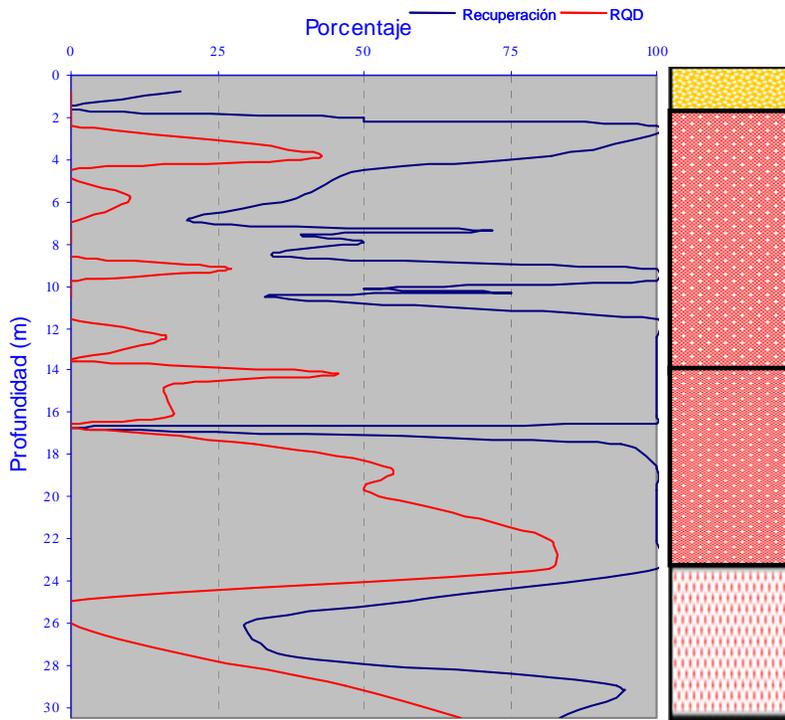
Perfil Geotécnico Sondeo P-4



Perfil Geotécnico Sondeo P-5



Perfil Geotécnico Sondeo P-6



DESCRIPCIÓN

De 0.00 a 2.00 m Suelo arcilloso y arenoso.

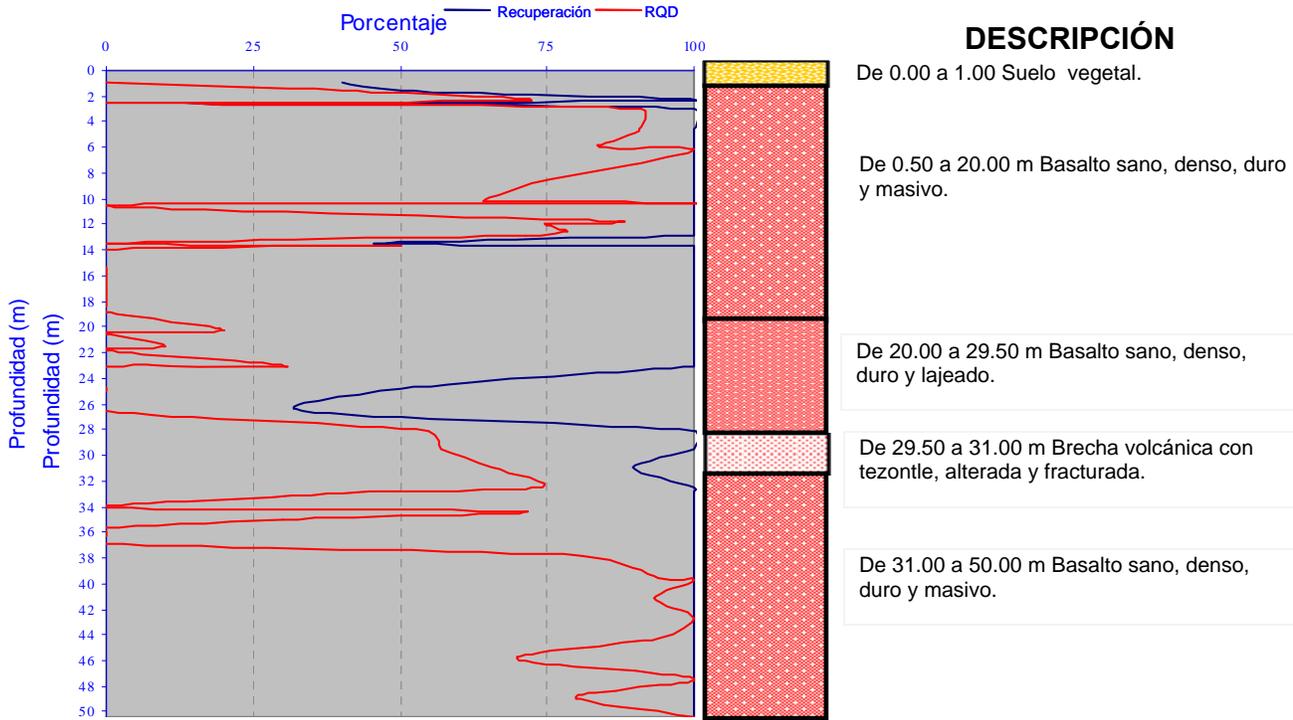
De 2.00 a 14.15 m Basalto sano, denso, duro y lajeado; fractura verticales rellenas de arcilla

De 14.15 a 23.80 m Basalto sano, denso, duro y masivo.

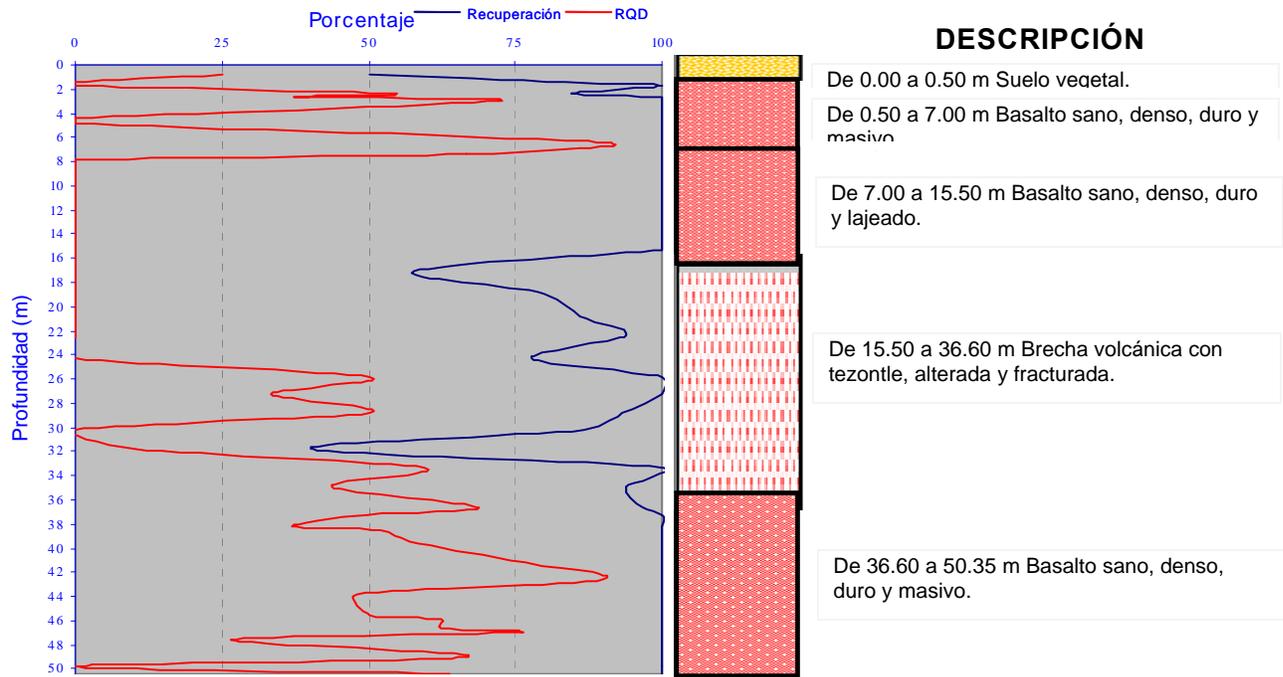
De 23.80 a 34.50 m Brecha volcánica con tezontle, alterada y fracturada.



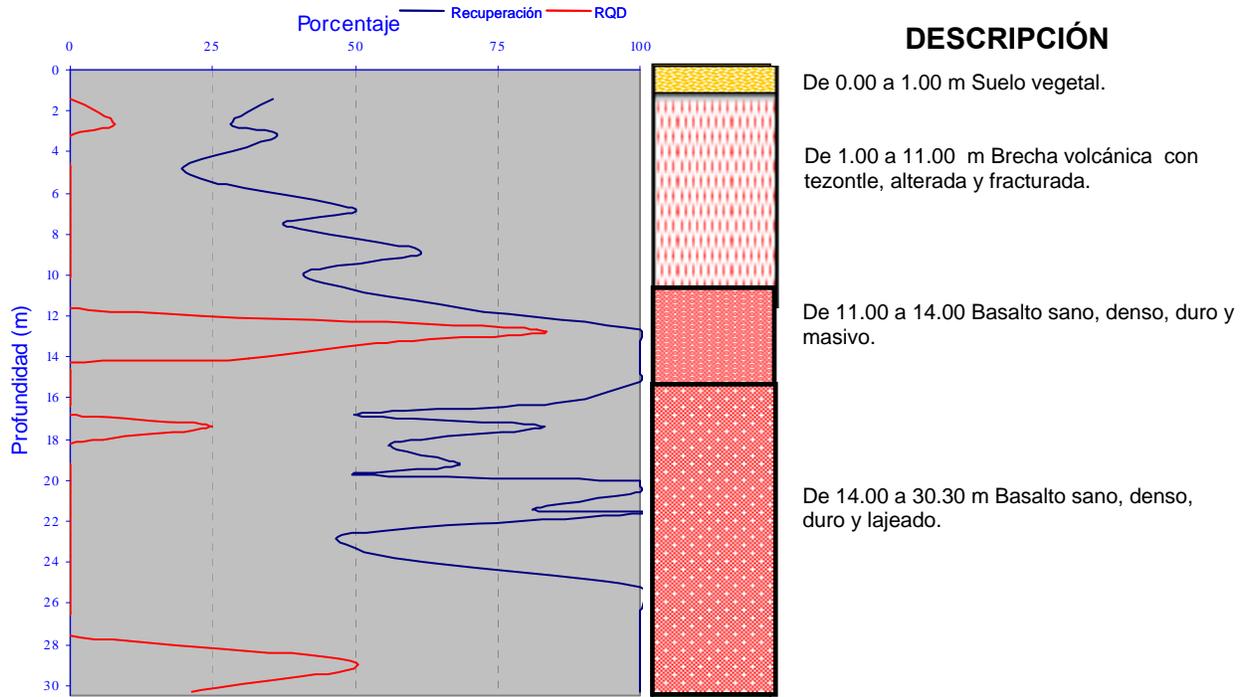
Perfil Geotécnico Sondeo P-8



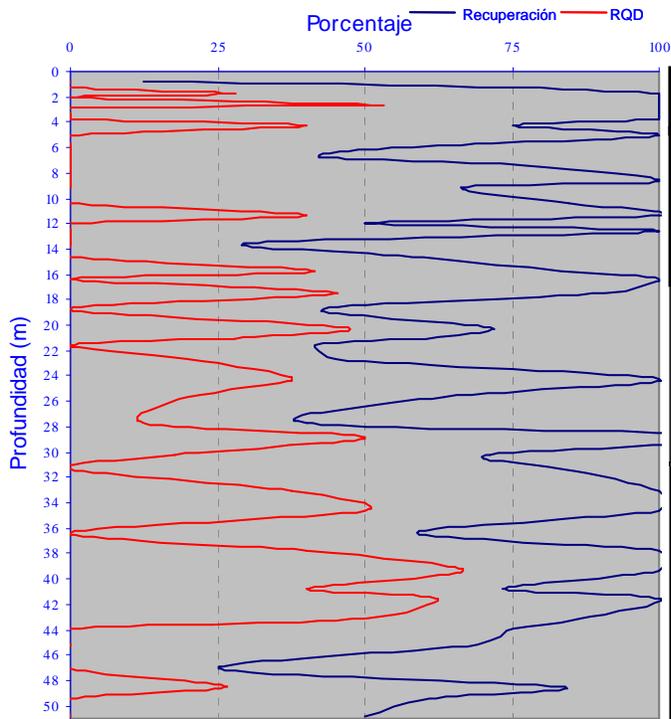
Perfil Geotécnico Sondeo P-9



Perfil Geotécnico Sondeo P-10



Perfil Geotécnico Sondeo P-11



DESCRIPCIÓN

De 0.00 a 4.50 m Basalto sano, denso, duro y lajeado

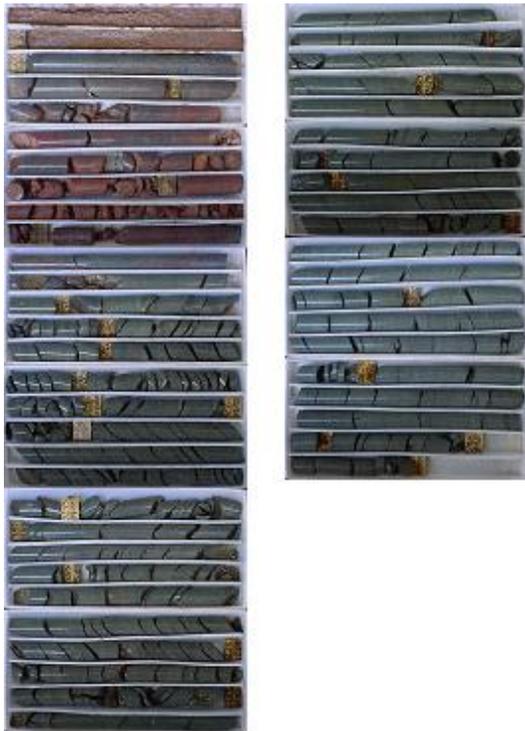
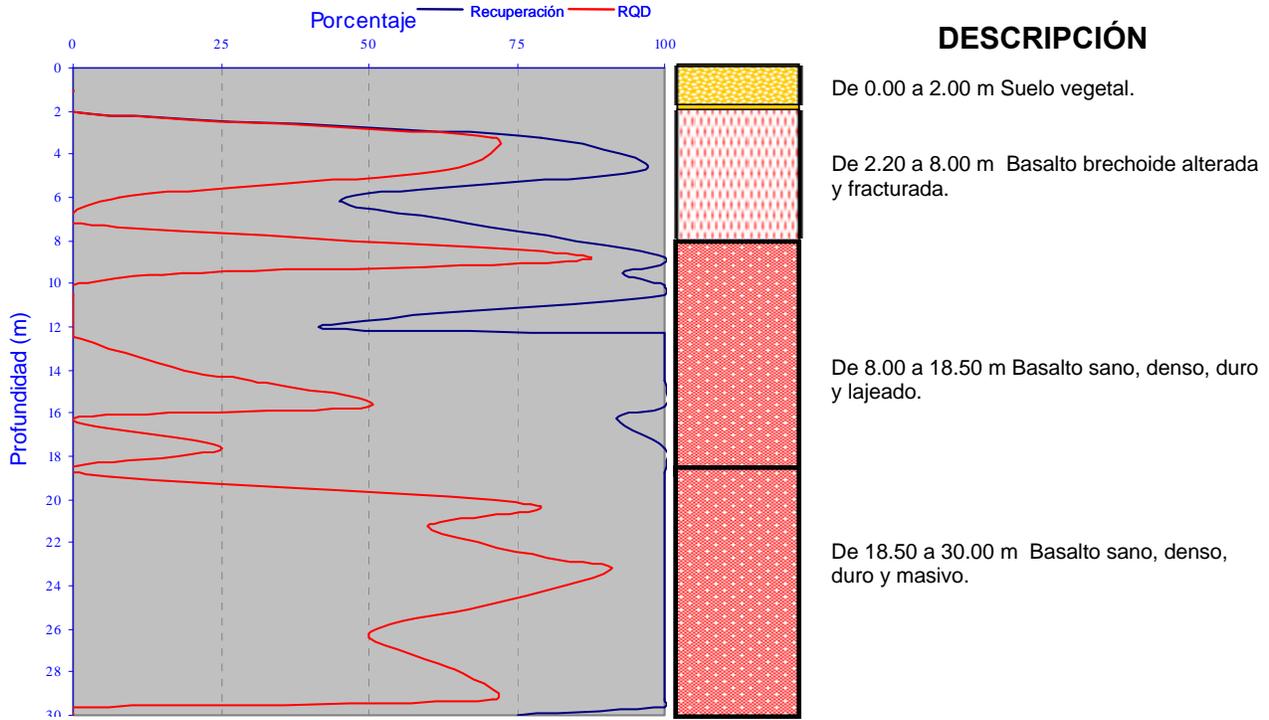
De 4.50 a 17.40 m Basalto sano, denso, duro e intensamente lajeado.

De 17.40 a 30.20 m Brecha volcánica con tezontle, alterada y fracturada.

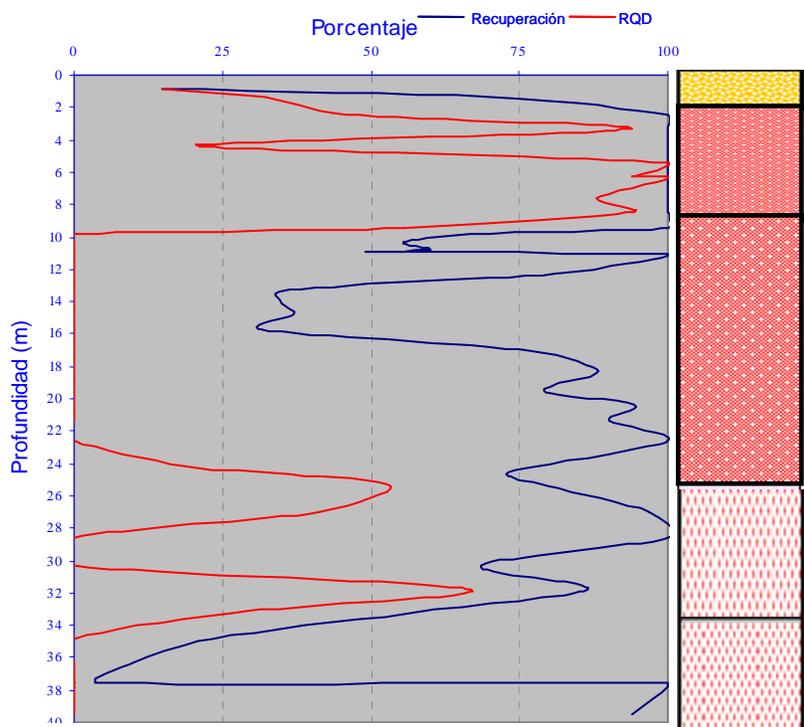
De 30.20 a 50.90 m Toba pumítica poco densa y bien cementada.



Perfil Geotécnico Sondeo P-12



Perfil Geotécnico Sondeo P-13

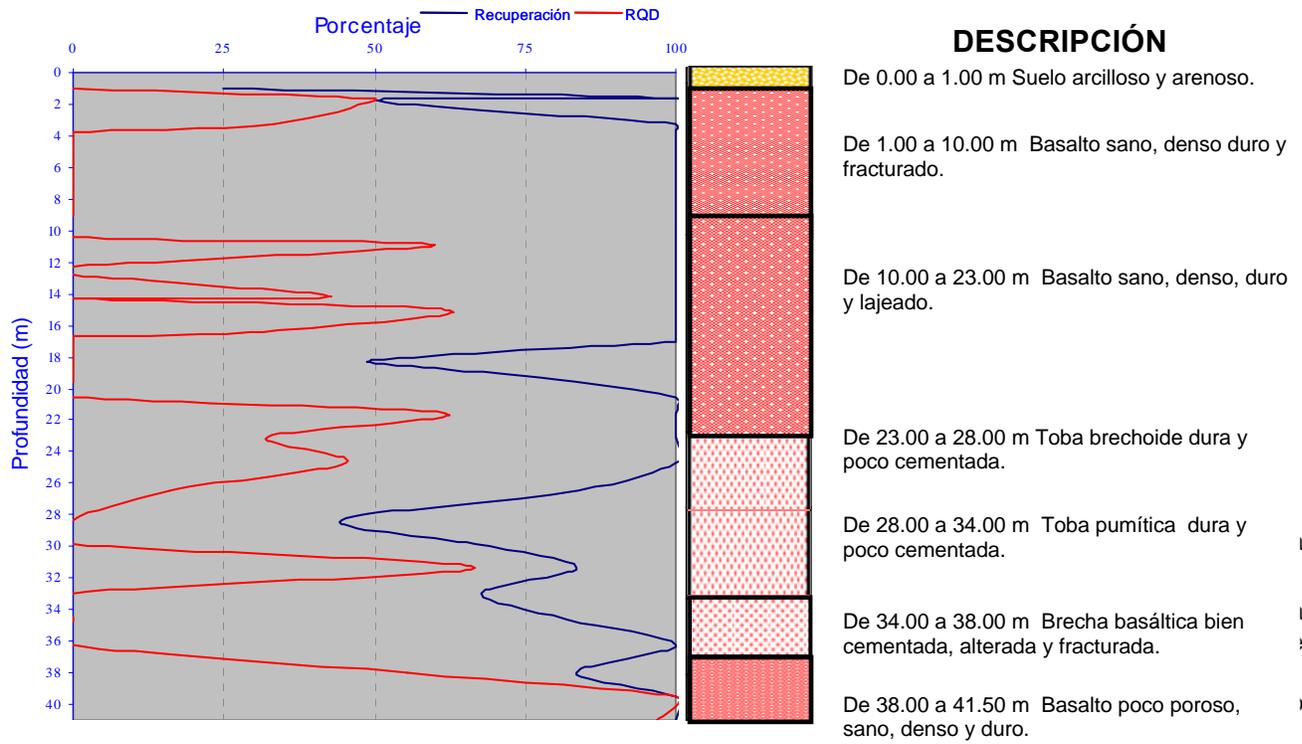


DESCRIPCIÓN

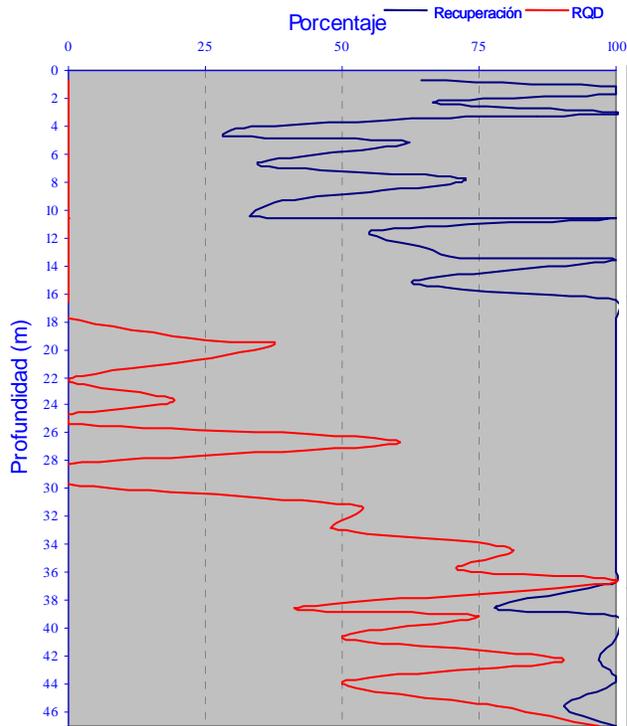
- De 0.00 a 0.80 m Suelo vegetal.
- De 0.80 a 9.50 m Basalto sano, denso, duro y masivo.
- De 9.50 a 25.00 m Basalto sano, denso, duro y lajeado.
- De 25.00 a 33.00 m Brecha basáltica y matriz tobácea, bien cementada, alterada y fracturada.
- De 33.00 a 39.50 m Toba dura y poco cementada.



Perfil Geotécnico Sondeo P-14



Perfil Geotécnico Sondeo P-15



DESCRIPCIÓN

De 0.00 a 15.00 m Basalto sano, denso, duro y lajeado..

De 15.00 a 37.00 m Basalto sano, denso, duro y fracturado.

De 37.00 a 39.00 m Toba brechoide, dura y bien cementada.

De 39.00 a 47.05 m Toba pumítica brechoide dura y bien cementada.

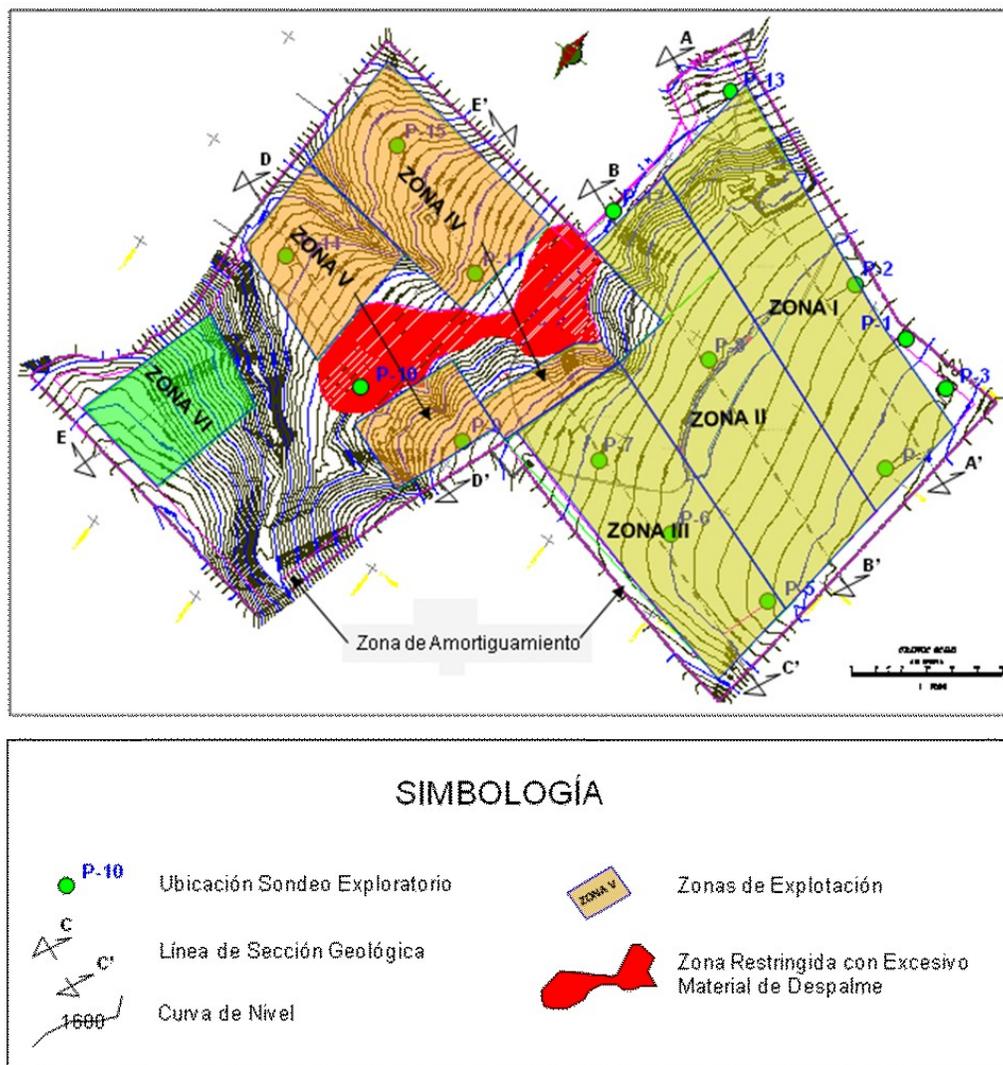


CÁLCULO DE VOLÚMENES

Considerando que el terreno se conforma de dos diferentes predios (véase el mapa 2), el cálculo de volúmenes se realizó por separado para conocer el potencial de cada uno de ellos. Para realizar el cálculo de reservas, se tomó como base la información de las 5 secciones distribuidas a lo largo de los predios que fueron elaboradas con la información proporcionada por los 15 sondeos exploratorios con recuperación continua de muestras perforados en el sitio.

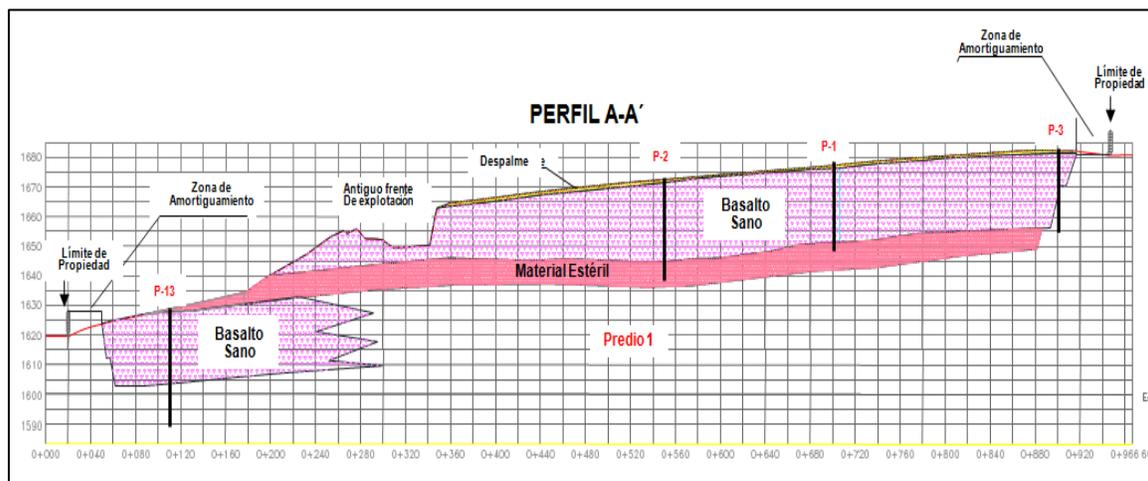
No obstante que se encontraron diferentes horizontes de materiales, se están considerando para el cálculo de reservas los materiales que se encuentran más próximos a la superficie y con el mínimo material de despalme.

MAPA 2. Plano geotécnico



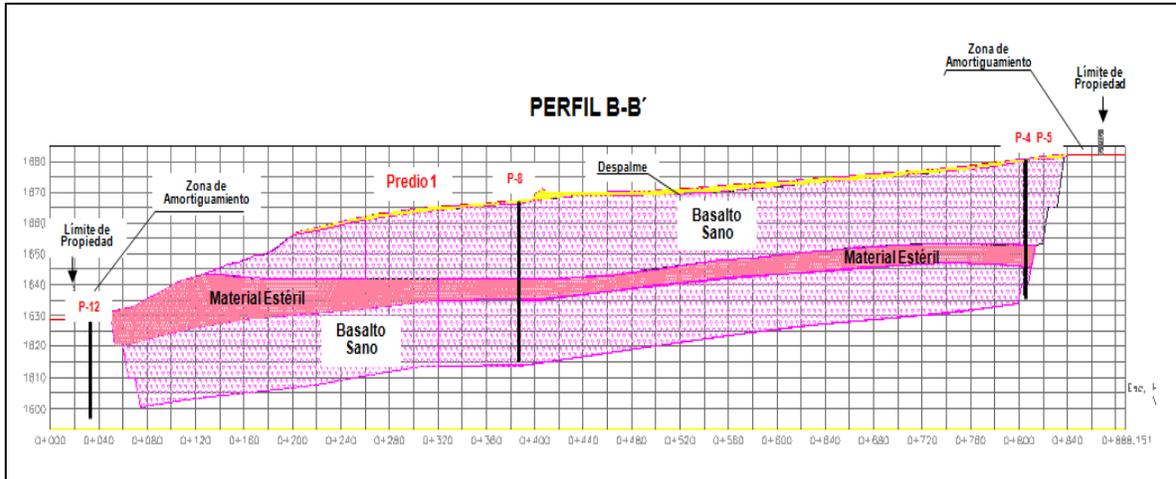
En la Zona I tomando como referencia al perfil A-A', con base en los sondeos P-1, P-2 y P-3 se pudo identificar un grueso horizonte de basalto del orden de 26 m de espesor, el cual se presenta en los primeros 13 m lajeado y se puede apreciar en el corte del antiguo frente de explotación. En la parte inferior del banco de esta sección el sondeo P-13 cortó 24 m de basalto la mayor parte lajeado, el cual corresponde a un derrame diferente y que se podrá explotar de material útil $2,731,157 \text{ m}^3$ sólo en un área reducida para evitar mover excesivo volumen de $137,861 \text{ m}^3$ de material de despalme (véase el diagrama 1).

DIAGRAMA 1. Perfil AA'



En la Zona II, se tomó como base la información de los sondeos P-4 y P-8 y el perfil B-B', se tienen condiciones muy similares; ya que cuenta con un grueso horizonte de basalto del orden 23 a 25 m con algunas zonas lajeadas; debajo de estos materiales se cortó una brecha volcánica conformada por basaltos porosos y arcilla, con un espesor del orden de 7 m, bajo estos materiales se vuelve a tener un horizonte de basaltos de espesor indefinido; el cálculo de reservas se realizó tomando en cuenta el horizonte superficial y una pequeña parte de esta sección se consideró en el predio 2, teniendo $3,040,780 \text{ m}^3$ de material útil y $192,225 \text{ m}^3$ de material de despalme (véase el diagrama 2).

DIAGRAMA 2. Perfil BB'



La Zona III se tomó como base la información de los barrenos P-5, P-6 y P-7, en los cuales se cortó el horizonte superficial de basaltos; los barrenos P5 y P7 cortaron el horizonte de material estéril y el horizonte inferior de basalto; el cual no figura en el cálculo de volúmenes del Predio 1, pero se tomará en cuenta en la cubicación del Predio 2 (véanse las siguientes dos fotografías). Con la información de la parte inferior del perfil C-C' (véase el diagrama 3) se calculó el volumen de la zona IV, en la cual se observa un basalto sano en su parte superficial, con variaciones importantes del sondeo P-11 al sondeo P-14, bajo este horizonte se cortó material estéril.

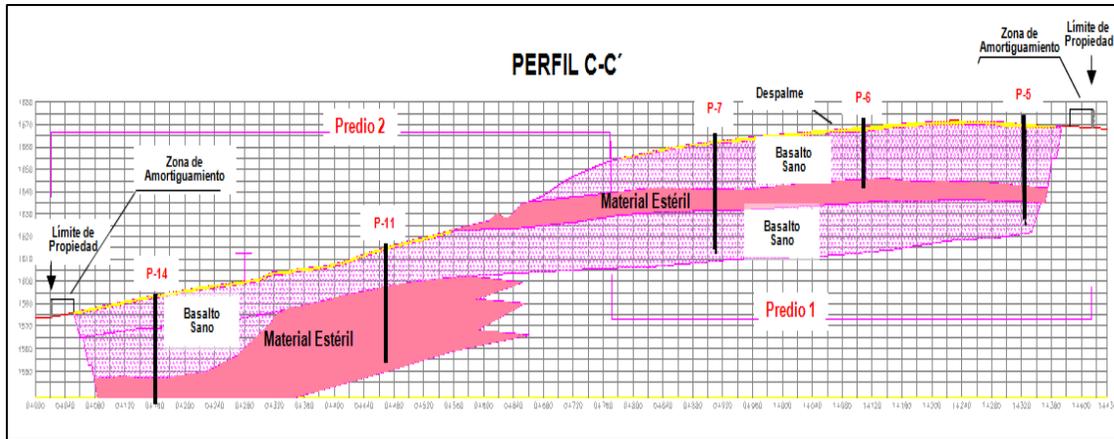


Vista de los basaltos lajeados



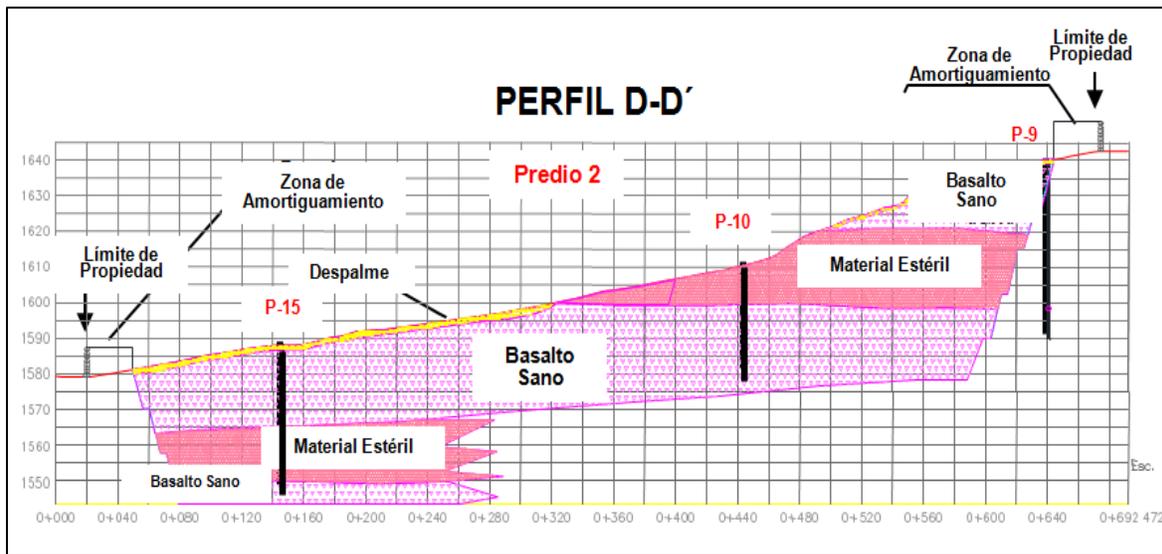
Zona donde existe mayor volumen de despalme.

DIAGRAMA 3. Perfil CC'



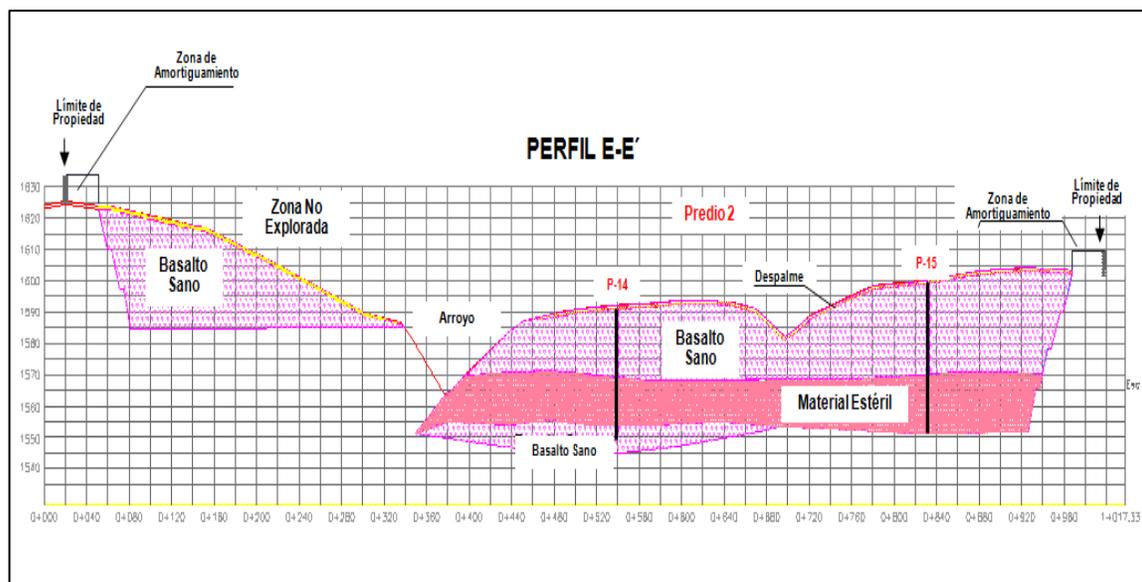
La Zona V se definió con la información de la sección D-D', auxiliándose de los barrenos P-9, P-10 y P-14; en esta zona se encontró un importante espesor de material estéril cortado por el sondeo P-10, por lo que se consideró explotar una pequeña área en la zona del sondeo P-9 y la mayor parte explotarla en la parte inferior de esta sección, donde el sondeo P14 cortó 22 metros de basalto lajeado, teniendo así 1,747,103 m³ de material útil y 183,662 m³ de material de despalme (véase el diagrama 4).

DIAGRAMA 4. Perfil DD'



La Zona VI es un área que está contemplada como potencialmente explotable, con un volumen de 938,041 m³ de material útil y 57,776 m³ de material de despalme probable respectivamente; como no se realizó exploración directa, sólo se definió por los materiales vistos en superficie y en el arroyo. Incluso puede tener mayor potencial del calculado, el problema radica en la presencia del arroyo, el cual puede tener restricciones de Ecología, de cualquier forma se contempló ya que es potencialmente explotable en algunas zonas.

DIAGRAMA 4. Perfil EE'



A continuación se presenta en el cuadro 1, de manera resumida, el cálculo de volúmenes de material útil y despalmes de las diferentes zonas, además del total de cada uno de los predios explorados.

CUADRO 1. Clasificación de volúmenes de material útil y despalme del predio 1 y 2.

Área de explotación		Material útil (m³)	Despalme (m³)
PREDIO 1 Rosa Gutiérrez 60 ha	ZONA I Sección A-A'	2' 731,157	137,861
	ZONA II Sección B-B'	3' 040,780	191,225
	ZONA III Sección C-C'	2' 355,089	159,656
	Subtotal	8'127,026	488,742
PREDIO 2 Everardo Velázquez 63.5 ha	ZONA IV Sección C-C'	2'656,527	123,394
	ZONA V Sección D-D'	1'747,103	181,662
	ZONA VI Sección E-E' (reserva potencial)	938,041	57,776
	Subtotal	5'341,671	362,832
	TOTAL	13' 468,697	851,574

PRUEBAS DE LABORATORIO

Se envió una muestra de roca extraída del banco, con el fin de evaluar las características físico-químicas de dicha roca, siendo identificada como roca Poncitlán (PRO-18-2004) y se llegó a la siguiente conclusión: roca de color gris, dureza 6, porosidad nula, superficie áspera, clasificada como basalto, su matriz micro cristalina está compuesta por plagioclasas con fenoscristales y una gran cantidad de minerales máficos diseminados y un contenido de 56.2 % de dióxido de silicio corresponde con un basalto típico con la dureza que caracteriza a estas rocas.

Para complementar los estudios realizados y así poder validar el predio, se procedió a realizar un grupo de pruebas básicas en el material triturado (grava y arena) y la caracterización total de la roca. En general, es un material de buena calidad física y química; el porcentaje de sílice que arrojó el análisis químico fue de 56%. A continuación, en los cuadros 2 y 3, se presenta un resumen con los valores de todas las pruebas realizadas y cada uno de los diferentes informes producto de los ensayos realizados.

CUADRO 2. Resumen de resultados obtenidos en las distintas pruebas realizadas a la grava (caracterización total).

AGREGADO GRUESO		BANCO: LA PASIÓN		
Prueba	Resultados	Calificación	Referencia	
Granulometría				NMX C-077
Densidad	2.65	g/cm ³		NMX C-164
Porcentaje de absorción	1-04%			NMX C-164
Masa volumétrica	Suelto	1335.78	kg/m ³	NMX C-073
	Compactado	1571.14	kg/m ³	
Pérdida por lavado				NMX C-084
Abrasión de Los Ángeles	11.99%		Cumple	NMX C-196
Impacto del agregado	4.78%		Cumple	BS-812
Petrográfico	Basalto 100%			NMX C-265
Determinación de SiO ₂	56.20%			
Reactividad			Inocuo	
Intemperismo acelerado	29.2%		Cumple	NMX C-75

CUADRO 3. Resumen de resultados obtenidos en las distintas pruebas realizadas a la arena (caracterización total).

Agregado Fino		Banco: Poncitlán			
PRUEBA	RESULTADOS	CALIFICACIÓN	REFERENCIA	LIMITES	
Granulometría	Dentro de los Límites	Cumple	NMX C-077	de 2.3 a 3.1	
Modulo de Finura	2.43	Cumple			
Densidad	2.53	g/cm ³	NMX C-165	-----	
Porcentaje de Absorción	3,86%		NMX C-165		
Masa Volumétrica	Suelto	1670,08	kg/m ³	NMX C-073	-----
	Compactado	1836,16	kg/m ³		
Pérdida por Lavado	14,59%	No Cumple	NMX C-084	≤ 5%	
		Cumple	NMX C-111	≤ 15%	
Petrográfico	Basalto	Inocua	NMX C-265	≥ 10% Se considera potencialmente deletérea	
Reactividad			NMX C - 271	-----	
Intemperismo Acelerado			NMX C -075	≤12% con Sodio y 18% con Magnesio	
Factor de Forma	Equidimensionales		Método Petrográfico (Estándar Interno)	≤ 60% de partículas Planas y Alargadas	
	Prismáticas				
	Tabulares				
	Laminares				
	Planas y Alargadas				
Plasticidad	Límite Líquido	18,24%	SUCS: Arenas finas de baja plasticidad	Terzaghi / Atterberg modificado para agregados NTC del RCDF NMX C-111	≤ 2% de contracción
	Límite Plástico	16,00%			
	Índice de Plasticidad	2,24%			
	Contracción Lineal	0,31%			
Contenido de Materia Orgánica	Nivel 1	Cumple	NMX C-088	Nivel máximo de 3	
Terrones de Arcilla y Partículas Deleznales			NMX C-071	≤ 3%	

La arena del banco La Pasión cumple con los requerimientos de las normas para agregados en las pruebas realizadas, en cuanto a la prueba de pérdida por lavado, no cumple con la pérdida convencional, sin embargo, sí lo hace con los criterios de aceptación que establece la norma NMX C-111, donde de acuerdo a la naturaleza de los finos, se permite hasta un 15%. En general, el material se califica de buena calidad física y química, apto como agregado para la elaboración de concreto.

ANÁLISIS

En el área de estudio, se realizó el cálculo de volúmenes separando los dos diferentes predios (1 y 2); el predio 1 es el que presenta un mayor potencial de explotación, sin embargo, tiene el inconveniente pues actualmente tienen un contrato vigente de explotación, el cual vence en dos años; no obstante, se realizó la caracterización del predio para garantizar el potencial, ya que la idea es realizar una alianza para explotar los dos predios.

El predio 1 tiene la gran ventaja de que se pueda explotar en un solo horizonte de basalto con espesores del orden de 25 a 26 m con una cobertura de suelo arcilloso e incipiente vegetación; otra característica importante es que se presenta un horizonte de basalto lajeado con 15 m de espesor promedio, pero no es homogéneo en todo el predio, también se presenta otro paquete de basalto masivo, sano denso y duro; ambos paquetes son de buena calidad difiriendo sólo en la estructura lajeada, ésta se puede observar en el antiguo frente de explotación y se deberá poner especial cuidado en el equipo de trituración que se utilice, para no generar un excesivo porcentaje de piezas planas y alargadas.

Existen dos zonas en la parte inferior de este predio, que también se pueden explotar sin necesidad de mover importantes volúmenes de material de despalme, corresponden a otro horizonte de basalto cuyo espesor y geometría se puede observar en las secciones geológicas.

Se halla otro horizonte de basalto por debajo del basalto superficial separado por un paquete de material estéril; para extraer este horizonte de basalto se tendrían que remover importantes volúmenes de material estéril (basalto poroso, arcilla), el cual si se le da un uso como bases o sub-bases de pavimentos y material de relleno, puede hacerse económicamente explotable.

Se considera que en el frente que actualmente está abierto es donde se deberá iniciar la explotación de este predio y que una vez que se explote el horizonte superficial de basalto se utilicen estas zonas para terreros.

El predio 2 es más irregular en la distribución de los materiales, de hecho es la zona donde se presentan mayores volúmenes de material estéril, principalmente en la zona donde se encuentra actualmente el aguaje. En este predio se va a explotar el horizonte inferior de basalto como se puede observar en las secciones C-C', D-D' y E-E'.

Es importante determinar la profundidad que permite explotar la autoridad competente con el objeto de realizar un diseño adecuado del plan de minado, optimizando los sitios de material explotable, así como lo que tendrá que removerse para llegar a éste, ubicar los sitios para el material estéril y, finalmente, diseñar el plan de abandono de banco.

CONCLUSIONES

En general la litología del terreno corresponde a roca de color gris oscuro, dura, densa y con textura de grano fino, clasificada como basalto. Su matriz micro cristalina está compuesta por plagioclasas y una gran cantidad de máficos diseminados.

En el análisis químico realizado arrojó porcentaje de óxido de silicio de 56.20% la que califica como una roca abrasiva, factor que debe considerarse en la adquisición del equipo de trituración a instalar.

Ya que una de las aplicaciones más importantes del material es la producción de grava y arena, se realizó la caracterización total de grava del banco La Pasión con los siguientes resultados: masa volumétrica suelta de 1335.88 kg/m^3 , masa volumétrica compactada de 1571.25 kg/m^3 , densidad 2.65 g/cm^3 , porcentaje de absorción 1.04%; abrasión por el método de la máquina de los ángeles 11.99% e impacto del agregado 4.78%. Por lo tanto se clasifica de buena calidad física y química ya que cumple con lo establecido en la normas NMX C-111, BS-182 y NMX C-75.

En el predio 1 es factible extraer 8,127,026 m^3 de material basáltico útil pero se deberán mover del orden de 488,742 m^3 de material de despalme.

En el 2 será posible extraer 5,341,671 m^3 de material basáltico útil, de los cuales 938,000 m^3 se consideran reservas potenciales debido a que no se realizó exploración directa; pero en este predio se deberán mover 362,832 m^3 de material, producto de despalme y material estéril (tezontle arcilla) que se encuentra en este predio.

Con un área de explotación de 123 Ha, el volumen calculado de reservas de material útil fue de 13.4 millones de metros cúbicos y un volumen de 851 mil metros cúbicos de material de despalme (basalto poroso y material arcilloso), que tendría un uso comercial como bases o sub-bases de pavimento y principalmente agregado para la elaboración de concreto o pavimento de asfalto, block entre otros.

Se estima un banco potencial de suministro de agregados, del cual se podrán garantizar las reservas para diez años, si se explota mensualmente un promedio de 50,000 toneladas.

Respecto a los materiales de ambos predios, éstos se presentan en buena cantidad con una estructura lajeada, por lo que deberá ponerse especial cuidado en los equipos de trituración para evitar el exceso de piezas planas y alargadas.

Del mismo modo, la dureza de los materiales basálticos encontrados es normal de una roca de este tipo, con un contenido de sílice de 56% similar a los basaltos que se localizan en los bancos de Tonalá, Jalisco. En forma indirecta con los sondeos exploratorios sólo algunos horizontes se identificaron de mayor dureza, pero fue mínimo el porcentaje, los cuales se indicaron en los perfiles geotécnicos.

ANEXOS

Anexo 1

ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE LA ROCA DEL BANCO LA PASIÓN, JALISCO

Se recibió una muestra de roca extraída del banco La Pasión en Guadalajara, Jalisco, con el propósito de evaluar las características físico-químicas de dicha roca, a fin de validar su posible uso en la producción de agregados para concreto.

La muestra de roca fue revisada bajo el campo del microscopio estereoscópico y se elaboraron láminas delgadas para su observación bajo el campo del microscopio petrográfico.

El análisis se realizó aplicando las normas:

NMX-C-111-ONNCCE-2004 Especificaciones de agregados para concreto.

NMX-C-265-1984 Análisis petrográfico de agregados para concreto.

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS

La muestra se identificó para fines de este informe de la siguiente manera.

Roca Poncitlán PRO-18-2004

RESULTADOS

MUESTRA PRO-18- 2004

Fragmento de roca de color gris oscuro con textura de grano fino, con muy buena respuesta al corte sin alteraciones ni adherencias.

CONCLUSIONES

La roca del banco La Pasión se clasifica como un Basalto y se califica con buena calidad física y química

Nota 1: los resultados del análisis son válidos para la muestra recibida, la representatividad que tenga en el banco depende del muestreo realizado.

CENTRO DE TECNOLOGÍA CEMENTO Y CONCRETO

Gerencia de Investigación y Desarrollo
Gerencia de Tecnología de Agregados

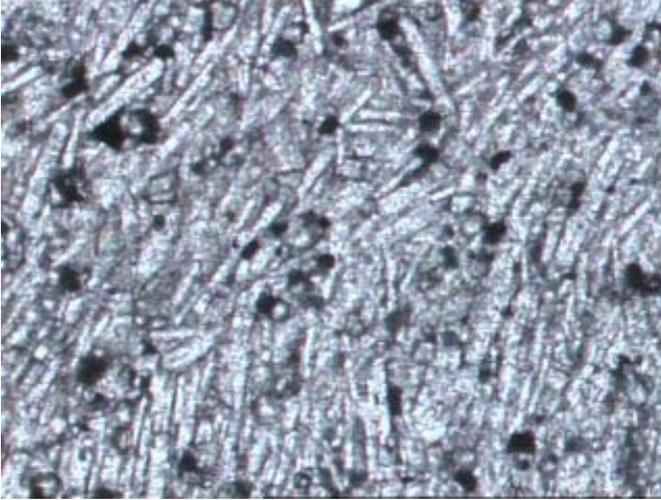
Análisis Petrográfico
NMX C 265 1984

Fecha:		Clave:	
Tipo de Material:	Roca	Consecutivo:	
Nombre del Banco:		Envió:	
Origen del Material:		Ensayó:	

Tipo de Roca	Basalto
---------------------	----------------

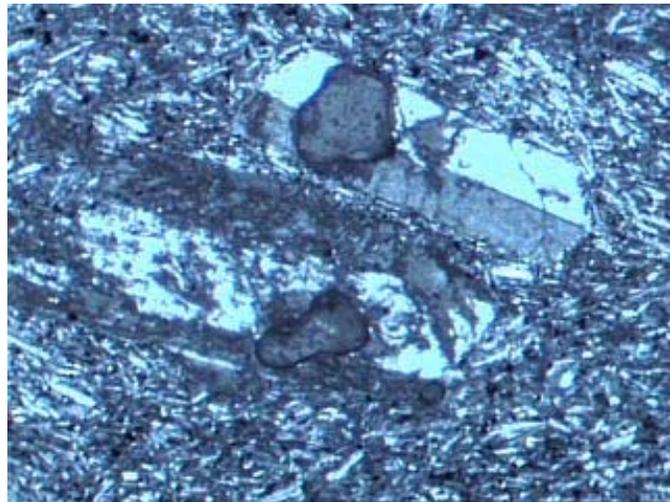
Componentes principales	La roca está constituida por una matriz microcristalina de plagioclasa con algunos microfeno cristales de plagioclasa y gran cantidad de minerales máficos diseminados.
Color	Gris Oscuro
Dureza	6
Calidad Física	Buena
Calidad Química	Inocua
Porosidad	Nula
Superficie Textural	Áspera
Adherencias	No
Contaminación	No

Observaciones:	
-----------------------	--



La fotomicrografía representa la matriz microcristalina de plagioclasas y gran cantidad de minerales máficos diseminados. (Fotografía tomada con luz natural a un aumento de 40x bajo el campo del microscopio petrográfico)

La fotomicrografía representa la matriz microcristalina de plagioclasas con fenocristales de plagioclasas y gran cantidad de minerales máficos diseminados. (Fotografía tomada con luz polarizada a un aumento de 20x, bajo el campo del microscopio petrográfico).



Anexo 2

Análisis químico de grava

Muestra procedente del banco La Pasión

ANTECEDENTES

Se recibió una muestra de grava procedente del banco La Pasión para realizar el análisis químico y evaluar su factibilidad de uso como agregado para concreto.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

La muestra se identificó de la manera siguiente:

Identificación CTCC	Descripción
GID/04/428	Muestra de grava del banco La Pasión, Guadalajara, Jalisco.

MÉTODO DE ESTUDIO

Primeramente la muestra se cuarteó y posteriormente se trituró para proseguir con el análisis, siguiendo lo descrito en la norma y especificaciones aplicables:

ASTM C 114 “Método de prueba estándar para el análisis químico del cemento hidráulico”

RESULTADOS

El resultado del ensayo efectuado a la muestra se presenta en el anexo 1.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis químico el contenido de óxido de sílice se concluye que el porcentaje de óxido de silicio es de 56,20%.

Resultados de análisis químico de grava

Análisis químico			GID/04/428 Grava Poncitlán
SiO ₂	Dióxido de Silicio	%	56,2

Anexo 3

Análisis petrográfico de agregado

Grava del banco

Se recibió una muestra de grava procedente del banco La Pasión enviada por Carlos Alvarado López con objeto de analizar las características físico-químicas de la misma. No hay más datos.

MÉTODO DE ESTUDIO

Primeramente la muestra fue lavada y cuarteada, posteriormente se tomó una porción de ella para su análisis bajo el campo del microscopio estereoscópico. El análisis se realizó siguiendo las recomendaciones de las normas:

NMX-C-111-ONNCCE Especificaciones de agregados para concreto

NMX-C-265 Análisis petrográfico de agregados para concreto

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS

La muestra se identificó para fines de este informe de la siguiente manera.

Grava Poncitlán PAG142- 2004

RESULTADOS

La muestra de grava del banco La Pasión está constituida por materiales de buena calidad física y química.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La muestra de grava del banco La Pasión está constituida por materiales de buena calidad física y química apta para usarse como agregado para elaborar concreto.

Nota 1. Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada, la representatividad de la misma es responsabilidad de personal encargado de coleccionar la muestra.

COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES

La muestra de grava está constituida por rocas de buena calidad física y química, apta para usarse como agregado para la fabricación de concreto.

CENTRO DE TECNOLOGÍA CEMENTO Y CONCRETO

Gerencia de Investigación y Desarrollo
Gerencia de Tecnología de Agregados

Análisis Petrográfico
NMX C 265

Fecha:			
Tipo de Material:	Grava	Envió:	
Nombre del Banco:		Consecutivo:	
Origen del Material:		Clave:	
Litología del material:	Basalto 100%		
Modo de Fragmentación	<input type="checkbox"/> Natural <input checked="" type="checkbox"/> Triturado <input type="checkbox"/> Mixto		
Litologías Identificadas			
Litología:	Basalto	Porcentaje:	100%
Color:	Negro	Dureza:	6
Forma:	<input type="radio"/> Equidimensional <input checked="" type="radio"/> Prismática <input checked="" type="radio"/> Tabular <input type="radio"/> Laminar		
Redondez:	<input type="radio"/> Redondeada <input type="radio"/> Suredondeada <input type="radio"/> Subangulosa <input checked="" type="radio"/> Angulosa		
Textura Superficial:	<input type="radio"/> Lisa <input type="radio"/> Careada <input checked="" type="radio"/> Áspera <input type="radio"/> Acanalada		
Sanidad:	<input checked="" type="radio"/> Buena <input type="radio"/> Regular <input type="radio"/> Mala		
Adherencias:	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No Tipo: <input type="text"/>		
Porosidad:	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No Distribución: <input type="text"/>		
Calidad Física:	<input checked="" type="radio"/> Buena <input type="radio"/> Regular <input type="radio"/> Mala		
Calidad Química:	<input checked="" type="radio"/> Inofensiva <input type="radio"/> Deletérea		
Observaciones:	<input type="text"/>		

Anexo 4

Caracterización total del agregado grueso del banco:

La Pasión, jalisco

ANTECEDENTES

Se recibió una muestra de roca de tamaño mayor a 4", procedente del banco La Pasión enviada por Carlos Alvarado López. La muestra fue sometida a una caracterización total, para la cual se realizaron los estudios de: masa volumétrica suelta y compactada, densidad, porcentaje de absorción, intemperismo acelerado con sulfato de sodio, abrasión por el método de la máquina de los ángeles e impacto del agregado.

MÉTODO DE ESTUDIO

El material se secó en horno durante 24 horas a 105 ± 5 °C, y se trituró a tamaños de 3/4 de pulgada, finalmente se homogenizó y se cuarteó para obtener las cantidades necesarias para realizar cada una de las pruebas.

La caracterización se realizó siguiendo las recomendaciones de las normas:

NMX-C-111 Especificaciones de agregados para concreto

NMX C-073 Agregados para concreto: Masa Volumétrica.

NMX C-075 Determinación de la Sanidad por medio del sulfato de sodio o de magnesio.

NMX C-084 Agregados para concreto: Partículas más finas que la criba 0.075 (No. 200) por medio del lavado.

NMX C-164 Agregados para concreto: Determinación de la Masa Específica y Absorción de Agua del Agregado Grueso.

NMX C-196 Resistencia a la Degradación por Abrasión e Impacto del Agregado Grueso. Máquina de los Ángeles.

BS-812 Methods for Sampling and Testing of Mineral Aggregates, Sand and Fillers, Part 3 Determination of Aggregate Impact Value

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS

La muestra se identificó para fines de este informe, de la siguiente manera:

Grava Poncitlán ACT 43 2004

RESULTADOS

La grava del banco La Pasión presenta los siguientes resultados con respecto a las pruebas realizadas: masa volumétrica suelta de 1335.88 kg/m³; masa volumétrica compactada de 1571.25 kg/m³; densidad 2.65 g/cm³; porcentaje de absorción 1.04%; abrasión por el método de la máquina de los ángeles 11.99% e impacto del agregado 4.78%;

CONCLUSIONES

La grava del banco La Pasión se califica de buena calidad física, por lo que se considera apto para utilizarlo como agregado en la elaboración de concreto.

Resultados de las pruebas aplicadas a la grava del banco La Pasión.

Agregado Grueso		Banco: Poncitlán		
PRUEBA	RESULTADOS	CALIFICACIÓN	REFERENCIA	
Granulometría			NMX C-077	
Densidad	2.65 g/cm ³		NMX C-164	
Porcentaje de Absorción	1.04%		NMX C-164	
Masa Volumétrica	Suelto	1335.78 kg/m ³		NMX C-073
	Compactado	1571.14 kg/m ³		
Pérdida por Lavado			NMX C-084	
Abrasión de Los Ángeles	11.99%	Cumple	NMX C-196	
Impacto del Agregado	4.78%	Cumple	BS - 812	
Petrográfico	Basalto 100%		NMX C-265	
Determinación de SiO ₂	56.20%			
Reactividad		Inocuo		
Intemperismo Acelerado	2.92%	Cumple	NMX C -75	
Factor de Forma	Equidimensionales			ASTM D-4791
	Prismáticas			
	Tabulares			
	Laminares			
	Planas y alargadas			
Contenido de:	Sulfatos			
	Cloruros			
Plasticidad	Límite Líquido		Terzaghi / Atterberg	modificado para agregados. NTC del RCDF NMX C-111
	Límite Plástico			
	Índice de Plasticidad			
	Contracción Lineal			
Partículas Deleznales			NMX C-71	

Análisis petrográfico

CENTRO DE TECNOLOGÍA CEMENTO Y CONCRETO

Gerencia de Investigación y Desarrollo
Gerencia de Tecnología de Agregados

Análisis Petrográfico
NMX C 265

Fecha:		
Tipo de Material:	Grava	Envió:
Nombre del Banco:		Consecutivo:
Origen del Material:		Clave:
Litología del material:	Basalto 100%	
Modo de Fragmentación	<input type="checkbox"/> Natural <input checked="" type="checkbox"/> Triturado <input type="checkbox"/> Mixto	
Litologías Identificadas		
Litología:	Basalto	Porcentaje: 100%
Color:	Negro	Dureza: 6
Forma:	<input type="radio"/> Equidimensional <input checked="" type="radio"/> Prismática <input checked="" type="radio"/> Tabular <input type="radio"/> Laminar	
Redondez:	<input type="radio"/> Redondeada <input type="radio"/> Suredonda <input type="radio"/> Subangulosa <input checked="" type="radio"/> Angulosa	
Textura Superficial:	<input type="radio"/> Lisa <input type="radio"/> Careada <input checked="" type="radio"/> Áspera <input type="radio"/> Acanalada	
Sanidad:	<input checked="" type="radio"/> Buena <input type="radio"/> Regular <input type="radio"/> Mala	
Adherencias:	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No Tipo: <input type="text"/>	
Porosidad:	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No Distribución: <input type="text"/>	
Calidad Física:	<input checked="" type="radio"/> Buena <input type="radio"/> Regular <input type="radio"/> Mala	
Calidad Química:	<input checked="" type="radio"/> Inofensiva <input type="radio"/> Deletérea	
Observaciones:	<input type="text"/>	

Resultados parciales de la grava del banco La Pasión

Abrasión por el método de la máquina de los Ángeles e impacto del agregado

CENTRO DE TECNOLOGÍA CEMENTO Y CONCRETO

Gerencia de Investigación y Desarrollo
Gerencia de Tecnología de Agregados

Fecha:		
Tipo de Material:	Grava	Envió:
Nombre del Banco:		Consecutivo:
Origen del Material:		Clave:

Litología del material: **Basalto**

Abrasión (N.M.X C 196)		Impacto (BS 812)	
Retenido en Malla (pulgadas)	Peso (g)	Retenido en Malla (pulgadas)	Peso (g)
1		3/8	
3/4		4	632.00
1/2	2500.60	Total	632.00
3/8	2500.10	Total	601.80
Total	5000.70	Total	601.80
Total (después de 500 vueltas)	4401.00	Total (después de 15 impactos)	601.80
Diferencia de peso	599.70	Diferencia de peso	30.20
Porcentaje de Pérdida por Abrasión	11.99%	Porcentaje de Pérdida por Impacto	4.78%

Valores especificados

Concreto estructural: **50%**

Concreto para pavimentos : **40%**

Se utilizó la malla # 12 para la separación de finos

Valor especificado por la norma: 30%

Se utilizó la malla # 16 para la separación de finos

Anexo fotográfico



Grava del banco
La Pasión antes de la
prueba de
intemperismo
acelerado



Grava del banco
La Pasión después de la
prueba de intemperismo
acelerado.

Anexo 5

Caracterización total del agregado fino del banco

ANTECEDENTES

Se recibió una muestra de arena, procedente del banco la Pasión, localizado en Guadalajara, Jalisco enviada por Carlos Alvarado López. La muestra fue sometida a una caracterización total, para la cual se realizaron los estudios de: granulometría, módulo de finura, densidad, porcentaje de absorción, masa volumétrica, pérdida por lavado y plasticidad.

MÉTODO DE ESTUDIO

El material se secó en horno durante 24 horas a 105 ± 5 °C, y se cribó por la malla 14, finalmente se homogenizó.

La caracterización se realizó siguiendo las recomendaciones de las normas:

NMX-C-111 Especificaciones de agregados para concreto

NMX C-073 Agregados para concreto: Masa Volumétrica.

NMX C-084 Agregados para concreto: Partículas más finas que la criba 0.075 (No. 200) por medio del lavado.

BS – 812 Methods for Sampling and Testing of Mineral Aggregates, Sand and Fillers, Part 3 Determination of Aggregate Impact Value

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS

La muestra se identificó para fines de este informe, de la siguiente manera:

Arena Poncitlán ACT 339

RESULTADOS

La grava del banco La Pasión presenta los siguientes resultados con respecto a las pruebas realizadas: modulo de finura 2.43 g/cm³, densidad 2.53 g/cm³, Porcentaje de absorción 3.86%, pérdida por lavado 14.59%, plasticidad (límite líquido 18.24, límite plástico 16.00%, índice de plasticidad 2.24% y contracción lineal 0.31%).

CONCLUSIONES

La arena del banco La pasión se califica de buena calidad física, por lo que se considera a este material apto para utilizarlo como agregado en la elaboración de concreto.

Resultados generales de la arena del banco La Pasión

Agregado Fino		Banco: Poncitlán		
PRUEBA	RESULTADOS	CALIFICACIÓN	REFERENCIA	LIMITES
Granulometría	Dentro de los Límites	Cumple	NMX C-077	de 2.3 a 3.1
Modulo de Finura	2,43	Cumple		
Densidad	2,53 g/cm ³		NMX C-165	
Porcentaje de Absorción	3,86%		NMX C-165	-----
Masa Volumétrica	Suelto	1670,08 kg/m ³		
	Compactado	1836,16 kg/m ³		
Pérdida por Lavado		No Cumple	NMX C-084	≤ 5%
		Cumple	NMX C-111	≤ 15%
Petrográfico	Basalto	Inocua	NMX C-265	≥ 10% Se considera potencialmente deletérea
Reactividad			NMX C - 271	-----
Intemperismo Acelerado			NMX C -075	≤12% con Sodio y 18% con Magnesio
Factor de Forma	Equidimensionales		Método Petrográfico (Estándar Interno)	≤ 60% de partículas Planas y Alargadas
	Prismáticas			
	Tabulares			
	Laminares			
	Planas y Alargadas			
Plasticidad	Límite Líquido	18,24%	Terzaghi / Atterberg modificado para agregados NTC del RCDF NMX C-111	≤ 2% de contracción
	Límite Plástico	16,00%		
	Índice de Plasticidad	2,24%		
	Contracción Lineal	0,31%		
Contenido de Materia Orgánica	Nivel 1	Cumple	NMX C-088	Nivel máximo de 3
Terrones de Arcilla y Partículas Deleznables			NMX C-071	≤ 3%

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La arena del banco la Pasión cumple con los requerimientos de las normas para agregados en las pruebas realizadas, en cuanto a la prueba de pérdida por lavado, no cumple con la pérdida convencional, sin embargo, cumple con los criterios de aceptación que establece la norma NMX C-111, donde de acuerdo a la naturaleza de los finos, se permite hasta un 15%. En general, el material se califica de buena calidad física y química, apto como agregado para la elaboración de concreto.

Nota 1: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada, la representatividad de la misma es responsabilidad del personal encargado de coleccionar las muestras.

Análisis petrográfico

CENTRO DE TECNOLOGÍA CEMENTO Y CONCRETO

Gerencia de Investigación y Desarrollo

Gerencia de Tecnología de Agregados

Análisis Petrográfico

NMX - C - 265 - ONNCCE

"Análisis Petrográficos de Agregado para Concreto".

Fecha:		Clave:	
Tipo de Material:	Arena	Consecutivo:	
Nombre del Banco:		Envió:	
Origen del Material:		Ensayó:	
Litología del material:	Basalto		
Modo de Fragmentación	<input type="radio"/> Natural <input checked="" type="radio"/> Triturada <input type="radio"/> Mixto		
Tipo Litológico:	%	Calidad Física	Calidad Química
Basalto	100	Buena	Inocua
Observaciones:	La muestra contiene una cantidad importante de finos.		

Análisis granulométrico

CENTRO DE TECNOLOGÍA CEMENTO Y CONCRETO

Gerencia de Investigación y Desarrollo
Gerencia de Tecnología de Agregados

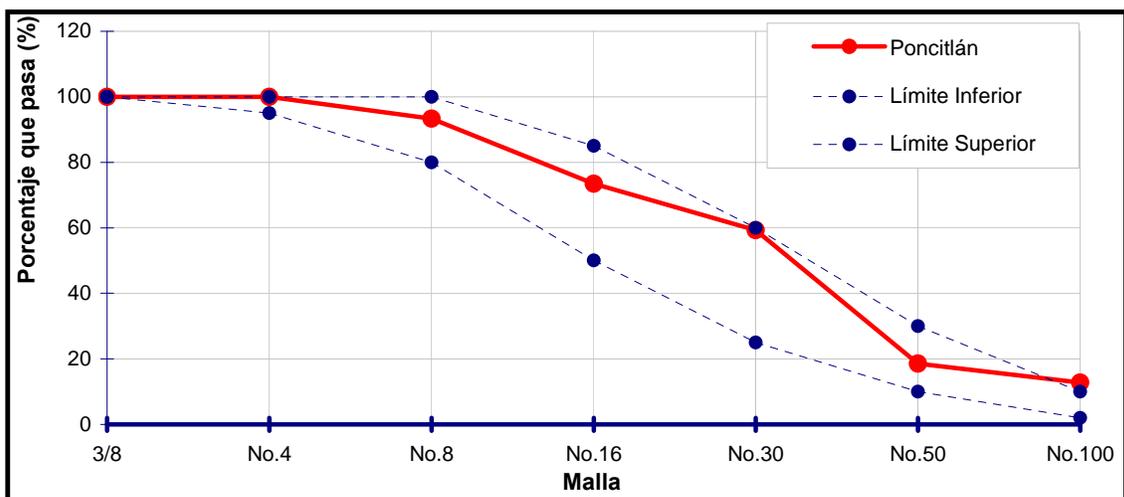
Análisis Granulométrico de la Arena

NMX - C - 077 - 1997 ONNCCE

"Industria de la Construcción – Agregados para Concreto – Análisis Granulométrico – Método de Prueba".

Fecha:		Clave:	CTCC/06/1204
Tipo de Material:	Arena	Consecutivo:	GRA 207 - 2006
Nombre del Banco:	Poncitlán	Envió:	Ing. Fabián Caro Gómez
Ubicación:	Zamora, Michoacán	Ensayó:	Cristian Romero Ruíz

Litología del material:		Basalto				
No. de Malla	Retenido (g)	% Retenido		% Que pasa	% Especificado	
		Parcial	Acumulado		Límite Inferior	Límite Superior
3/8	0	0	0	100	100	100
No.4	0	0	0	100	95	100
No.8	53,8	7	7	93	80	100
No.16	158,9	20	26	74	50	85
No.30	114,3	14	41	59	25	60
No.50	326,6	41	81	19	10	30
No.100	46,5	6	87	13	2	10
Charola	102,6	13				
SUMA	802,7	100				
Módulo de Finura=		2,43	ESPECIFICADO	2,3	3,1	



Pérdida por lavado

CENTRO DE TECNOLOGÍA CEMENTO Y CONCRETO

Gerencia de Investigación y Desarrollo
Gerencia de Tecnología de Agregados

Pérdida por Lavado de Arena

NMX C - 084 - ONNCCE - 1990

"Industria de la Construcción – Agregados para Concreto – Partículas mas Finas que la Criba F 0.075 (No. 200) por Medio de Lavado – Método de Prueba”.

Fecha:		Clave:	
Tipo de Material:	Arena	Consecutivo:	
Nombre del Banco:		Envió:	
Origen del Material:		Ensayó:	
Litología del material:	Basalto		
Masa Seca Antes del Lavado		1549,50	
Masa Seca Después del Lavado	M_{SL}	1323,50	
	% PL	14,59%	

Nota: Se utilizan las mallas 16 y 200 para la separación de finos

Valor máximo permitido de pérdida por la norma: 5%

Plasticidad

CENTRO DE TECNOLOGÍA CEMENTO Y CONCRETO

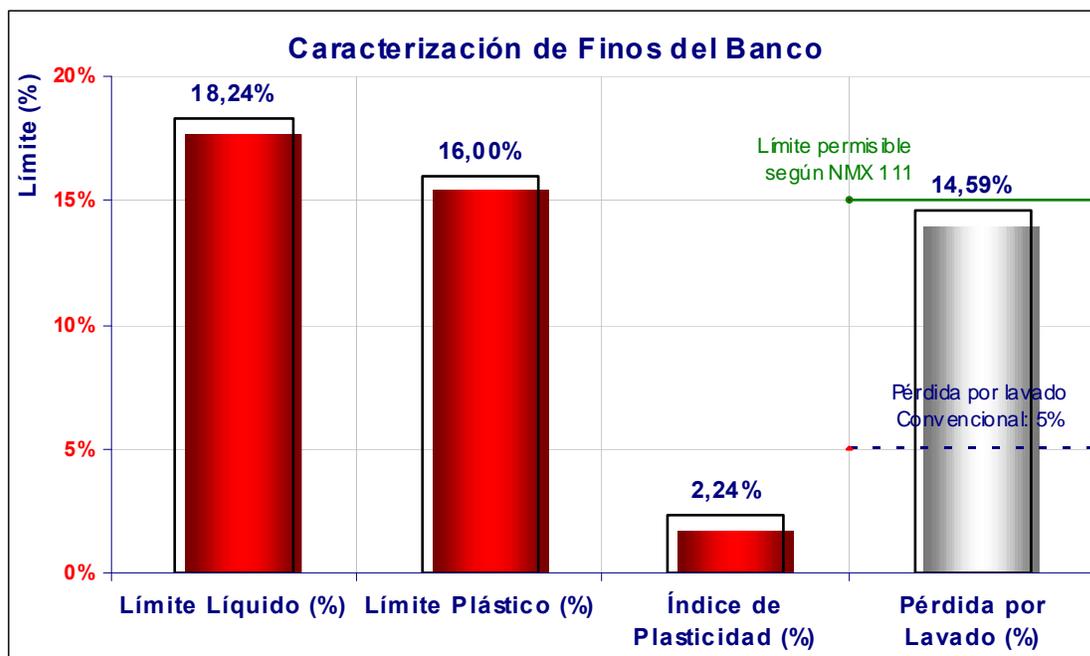
Gerencia de Investigación y Desarrollo
Gerencia de Tecnología de Agregados

Plasticidad de Arena

NMX - C - 111 - ONNCCE

"Industria de la Construcción – Concreto – Agregados – Especificaciones".

Fecha:		Clave:	
Tipo de Material:	Arena	Consecutivo:	
Nombre del Banco:		Envió:	
Origen del Material:		Ensayó:	
Litología del Material:	Basalto		



Porcentaje máximo permisible de contracción lineal es: **2%**

Límite Líquido (%)	18,24%
Límite Plástico (%)	16,00%
Contracción Lineal (%)	0,31%
Índice de Plasticidad (%)	2,24%

Con base en los índices de plasticidad obtenidos, el material acepta un máximo permisible de 15% de pérdida por lavado, por tanto, el material cumple con los límites establecidos.

Anexo fotográfico: contenido de materia orgánica



Contenido de materia orgánica del banco La Pasión.



Banco La Pasión antes de la prueba de pérdida por lavado.



Banco La Pasión después de la prueba de pérdida por lavado.



Contracción lineal del banco La Pasión.

El siguiente cuadro fue extraído de la norma NMX C-111 (2004).

Cantidad máxima permisible de los materiales que pasan la malla # 200, basándose en los índices de plasticidad.

Límite Líquido (%)	Índice Plástico (LL-LP) (%)	Material máximo permisible en masa que pasa por la criba 0.075 (No. 200) (%)	Ubicación de la muestra basándose en sus valores de plasticidad (LL - LP)
Hasta 25	Hasta 5	15%	Poncitlán
Hasta 25	6 - 10	13%	
Hasta 25	11 - 15	6%	
26 - 35	Hasta 5	13%	
26 - 35	6 - 10	10%	
26 - 35	11 - 15	5%	
36 - 40	Hasta 5	10%	

REFERENCIAS

- El Manual de diseño por sismo de la Comisión Federal de Electricidad (MDS, 1993). (Avilés L. J. 2001).
- GÓMEZ-TUENA, A., Orozco-Esquivel, M. T. y Ferrari, L., 2005. Petrogénesis ígnea de la faja volcánica transmexicana. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana; v. 58; no.3, p. 227-283.
- INEGI 2000. Carta Geológica Jalisco, Guadalajara Este, S-13-D-66 Escala 1:50,000
- INEGI 2000. Carta Geológica Jojotepec, F13D75 Escala 1:50,000
- INEGI 2000. Carta Topográfica, Guadalajara este, F13D66 Escala 1:50,000.
- INEGI 2000. Carta Topográfica, Chapala, F13D76 Escala 1:50,000
- INEGI 2000. Carta Geológica, Chapala, F13D75 Escala 1:50,000
- INEGI 2000. Carta Topográfica, Guadalajara Oeste, F13D65 Escala 1:50,000
- INEGI 2000. Carta Topográfica, Guadalajara, F13-12 Escala 1:250,000
- LOZANO, R., 1946 Carta del comité Directivo para la Investigación de los Recursos Minerales de México al Swing. Obdulio Olvera Alegre. Instituto de Ingeniería.
- INEGI "a", 2009, Fisiografía. <http://mapserver.inegi.gob.mx/map/datos_basicos/fisiografia/?c=553> (mayo 2009).
- INEGI "b", 2009, Regiones Hidrológicas de Jalisco <<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/jal/rh.cfm?c=444&e=10>> (sep. 2008).
- LUGO-HUBP, J. y Córdova, C. 1995. Regionalización geomorfológica de la Republica Mexicana: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Geográficas v. 25; p. 25-63.
- SOLLEIRO-REBOLLEDO, E. y Sedov, S., 2007 Secuencias tefrapaleosuelos del Cinturón Volcánico Transmexicano: memoria podológica de los ambientes del cuaternario. Caballero, M. y Ortega B. (eds.) "El cuaternario de México" Fondo de Cultura Económica (en prensa).