

ELEMENTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
ACTIVIDAD: DESPALME	
Suelo	<p>Se recomienda realizar el despalme por fracciones, a fin de que se abarque la menor superficie posible, reduciendo la acción erosiva del mismo.</p> <p>Por otra parte, se recomienda almacenar en sitios específicos el suelo despalmado para ser utilizado en la etapa de rehabilitación, integrando la vegetación que se retirada del mismo sitio, para que cuente con nutrientes necesarios una vez que éste sea restituido en la base del tajo final.</p>
Atmósfera	<p>Para reducir el efecto de la emisión de polvos durante el despalme, se recomienda que tanto el desmonte como el despalme, se realicen dentro de las primeras horas del día, pues durante este lapso de tiempo, tanto el suelo como la flora presentan una mayor cantidad de humedad retenida durante la noche, por lo que se reduce la emisión de partículas a la atmósfera.</p>
Paisaje	<p>Se recomienda que al despalmar la capa de suelo, evitar generar almacenamientos con gran altura, con ello se evitará que los vientos impacten de manera directa sobre esta capa, erosionándolo con gran facilidad. Por otra parte, se recomienda que la vegetación desmontada sea</p>

ELEMENTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	<p>reintegrada a esta capa de suelo, esto significará que con las semillas de dicha vegetación, se cubrirá con una capa vegetal durante el tiempo que permanezca almacenado, permitiendo mantenerse con ciertos nutrientes, que le facilitarán su desarrollo al ser restituida en la base del tajo final y de las bermas.</p>



ELEMENTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
ETAPA DE OPERACIÓN	
ACTIVIDAD: EXTRACCIÓN DE MATERIALES	
Relieve	<p>De manera general, la atenuación del efecto negativo por el cambio de la geoforma carece de medidas de mitigación efectivas, sin embargo, existen propuestas que persiguen reducir riesgos por derrumbes y caídas de roca. En este sentido, se plantea la conformación del talud con una pendiente aproximada de 70° de inclinación, con la configuración de un plan de terraceo, con taludes que tengan hasta 15 metros de altura como máximo, con lo cual se pretende estabilizar el talud final. Los taludes de 70° permitirán su revegetación paulatina, ya que permiten el crecimiento de especies de musgos y líquenes, que servirán como sustrato base para el desarrollo de especies propias de la zona, como pastos, etc.</p> <p>En el piso final de la mina, es recomendable llevar a cabo una nivelación general, a fin de no dejar montículos o socavaciones dentro del área final y desarrollar una actividad acorde con la vocación del sitio estipulado en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Temascalapa.</p>

ELEMENTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Escenario Paisajístico	Entre las acciones a tomar en cuenta, se considera llevar a cabo la reforestación de las zonas de amortiguamiento, con la finalidad de que actúen como barreras entre la mina y las vías de comunicación a fin de reducir el efecto visual, utilizando especies propias de la región y realizando la siembra mediante un método de siembra de tresbolillo.
ACTIVIDAD: OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA.	
Atmósfera	A fin de reducir la emisión de polvos y partículas a la atmósfera, se recomienda irrigar constantemente el área de trabajo y caminos de accesos, intensificando esta actividad en temporada de secas y durante las horas de mayor radiación.
ACTIVIDAD: CIRCULACIÓN DE CAMIONES.	
Atmósfera	Se recomienda que durante los trabajos de extracción, los equipos y maquinaria reciban el mantenimiento preventivo a fin de garantizar su óptimo funcionamiento y a la vez reducir las emisiones a la atmosfera. En cuanto a la reducción de partículas, este se combatirá a partir de realizar la irrigación constante, tanto del patio de maniobras como de los caminos de acceso, intensificándose dichas maniobras durante la temporada seca.

ELEMENTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Suelo	<p>Se recomienda que en caso de realizar en el sitio actividades de mantenimiento, como el cambio de aceites, se adapte un sitio con piso de concreto y canaletas para atrapar los aceites que se lleguen a derramar, así como del acondicionamiento de un sitio para almacenar los aceites gastado, debiendo contar con una empresa que se encargue de su transporte y disposición final, misma que deberá contar con su autorización respectiva proporcionada por la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).</p>
ETAPA DE ABANDONO/REHABILITACIÓN	
ACTIVIDAD: CONSTRUCCIÓN DE TERRAZAS.	
Relieve	<p>Como fue mencionado en puntos anteriores, se pretende diseñar un plan de terraceo en el talud final de la mina, proponiendo que estos sean de una altura de 15 metros, con bermas de 5 metros y un ángulo de inclinación de 70°.</p> <p>La configuración planteada de los taludes, obedece al hecho de que tenga la posibilidad de revegetación natural, como lo marca la Norma Técnica Estatal Ambientales NTEA-002-SMA-DS-2009 y que puede sostener especies vegetales de pastos, arbustos y cactáceas, que de manera natural</p>

ELEMENTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	<p>pueden revegetarse, posterior a especies vegetales precursoras como musgos y líquenes que crecen directamente en la roca húmeda.</p> <p>En la berma que se plantea dejar entre cada talud, se planea realizar actividades de reincorporación de suelo y revegetación, utilizando sobre todo especies arbustivas que ayuden a retener la capa de suelo que sea incorporada en cada una de ellas.</p>
ACTIVIDAD: NIVELACIÓN DEL TERRENO.	
Relieve	<p>Para llevar a cabo la nivelación del terreno, se deberá considerar la pendiente del predio, para definir hacia dónde dirigir los escurrimientos, es decir propiciar la salida de los excedentes de agua y evitar encharcamientos durante la época de lluvias, y que estos provoquen la muerte de las plantas de árboles que se siembren, así como la erosión de la capa de suelo.</p> <p>De manera paralela, se construirán fosas para atrapar el suelo que pueda ser erosionado en dirección a la pendiente, de tal forma que se reduzca la pérdida de esta capa.</p>

ELEMENTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
ACTIVIDAD: RESTITUCIÓN DE LA CAPA DE SUELO Y ACTIVIDADES DE SUBSOLEO	
Suelo	<p>A fin de poder restituir la capa de vegetación en las zonas que vayan quedando acondicionadas para tal fin, se recomienda esparcir previamente la capa de suelo despalmado, auxiliando a esta capa con la aplicación de fertilizantes naturales o verdes y actividades de subsoleo que permitirá agilizar su desarrollo.</p>
ACTIVIDAD: RESTITUCIÓN DE LA CAPA VEGETAL.	
Flora y fauna	<p>Una vez que en el área explotada se vaya esparciendo el suelo y las condiciones climáticas lo permitan, se recomienda llevar a cabo la reforestación del sitio, tanto de especies arbóreas como arbustivas de rápida propagación. En cuanto a la vegetación arbórea, se recomienda utilizar una técnica tresbolillo, a fin de establecer una barrera natural para ocultar en lo posible los tajos resultantes.</p> <p>En consecuencia, se recomienda establecer un programa de mantenimiento, en el que se considere el cuidado de la vegetación, a fin de que la misma se propague, generando sitios adecuados para anidación y refugio de la fauna, lo que garantizará la recuperación gradual del ecosistema.</p>

II INFORMACIÓN REQUERIDA EN EL CASO DE PROYECTOS DE EXPLOTACIÓN DE BANCOS DE MATERIALES PÉTREOS MAYORES A 3 Has.

II.1 Ubicar en un plano topográfico a escala 1:2,000 conteniendo las curvas de nivel a cada 10 metros, los futuros frentes de explotación y los sitios destinados al almacenamiento de material pétreo y tierra fértil.

En el mapa 2 del anexo cartográfico, se muestra la poligonal del proyecto, de igual forma, se integran las curvas de nivel a cada 10 metros, mismas que fueron obtenidas de los datos vectoriales de altimetría de la carta del INEGI. En dicho mapa, se resalta la infraestructura presente en la región como vialidades y corrientes de agua.

En el mismo plano citado en el párrafo anterior, se indica el sitio donde se contempla conformar el frente de inicio de explotación, así como los sitios donde se recomienda el almacenamiento de la capa de suelo despalmado.

II.2 Superficie de terreno explotada, superficie de terreno que se pretende explotar y estimación del volumen de material extraído y por extraer.

Como fue indicado, el predio comprende una **superficie de 80,000 m²**. Actualmente en el predio existe un tajo abierto, el cual presenta una superficie de 4,413 m² del cual se estima que se ha extraído un volumen aproximado de 47,904 m³ de tezontle. Por lo que del proyecto "Mina San Luis", se infiere extraer un volumen aproximadamente de **2'267,610 metros cúbicos de tezontle in situ.**

II.3 Especificar si se utilizarán explosivos en la explotación de la mina. En caso afirmativo presentar los permisos correspondientes para su uso e indicar la posición de los polvorines en el plano solicitado en el inciso 7 del apartado de información general.

Dado que es un material disgregable y poco compacto, no se requiere de la utilización de este tipo de sustancias.

II.4 Vida Útil del Proyecto

Tomando en consideración que el área explotable posee reservas posibles de 2'267,610 metros cúbicos aproximadamente y que el ritmo de extracción promedio que se pretende es de 1,000 m³ diarios, se estima la siguiente vida media del banco:

**Volumen mensual de Extracción = 1000 m³/día X 25 días/mes X
12 meses**

300,000 m³/año

Vida útil del Proyecto = 2'267,610 m³ / 300,000 m³/año = 7.56

Vida útil del Proyecto = 8 años

II.5 Profundidad de los acuíferos en el predio y columna estratigráfica del mismo.

La cuenca de México se encuentra dividida superficialmente en once subcuencas (Xochimilco, Cuautitlán, Texcoco, Tonachac, Churubusco, Pachuca, Chalco, Tecomulco, ciudad de México, Teotihuacán, Apan), siendo además compartida por cinco entidades políticas (Estado de Hidalgo, México, Tlaxcala, Puebla, y el Distrito Federal). Como fuera mencionado en la descripción de los elementos naturales dentro de este informe.

El contenedor impermeable de la cuenca, lo constituyen rocas volcánicas y calizas, en tanto que el paquete sedimentario da origen a un sistema acuífero complejo formado por tres grandes cuerpos: en la parte superior, un paquete arcilloso de alta porosidad, baja permeabilidad y gran heterogeneidad en su constitución, que forma un acuífero de espesor variable y que actúa como semiconfinante en el centro de la cuenca, jugando un papel muy importante, en este contexto, la capa dura por su carácter permeable; bajo este paquete se encuentra el acuífero actualmente en explotación, formado por material granular más grueso que el del acuífero, esto es, piroclastos, conglomerados y otro tipo de material de origen volcánico. Su espesor es variable (generalmente mayor de 200 m) así como sus propiedades hidráulicas; le subyacen rocas volcánicas fracturadas, cuya base llega a estar a los 2,000 m en el centro, disminuyendo hacia las márgenes de la Cuenca.

Las tres unidades presentan un amplio rango en sus parámetros hidrodinámicos (permeabilidad, coeficiente de almacenamiento, transmisibilidad) (Lesser, 1984). Están comunicadas hidráulicamente, sobre

todo las dos últimas. La interacción de la primera con la segunda ha quedado demostrada por la subsidencia que afecta a la ciudad de México.

Este multiacuífero es recargado por infiltraciones de la precipitación, actuando como área de recargas más importantes las sierras circundantes. La precipitación media anual varía entre 600 mm en el norte de la Cuenca hasta más de 1200 mm en las sierras del sur. El régimen de flujo es controlado por la extracción, la cual es del orden de 50 m³/s, a través de más de 27,000 obras hidráulicas, predominando pozos con profundidad menores o iguales a 100 m. La extracción de agua subterránea de los niveles piezométricos tuvieron una evolución negativa, del orden de 5-8 m en el centro de la zona metropolitana a más de 30 m en el área de Atzacapotzalco.

Macro perfil geoelectrico W-E

Según ESTUDIOS Y CONSTRUCCIONES ALAS, S. A. (ECASA), en la porción central- norte de la Cuenca, se definió un perfil geoelectrico al integrar 70 sondeos eléctricos verticales (SEV's) distribuíos en ocho líneas (ECASA), de 105 km. El dispositivo eléctrico implementado fue el de Schlumberger.

Estratigrafía del sitio

La litología del área del proyecto "Mina San Luis, está representada por una serie de materiales volcánicos de composiciones basáltica.

La capa geológica superior, está constituida por una capa incipiente de suelo producto del intemperismo de la roca volcánica, conformando la capa

edáfica sobre la que se ha desarrollado una capa de pastizales poco desarrollados y matorrales.

La capa subyacente al suelo se localiza una capa de tepetate, el cual se formó por la intemperización físico química de la roca madre.

Bajo esta segunda capa se localiza el tezontle, principal material económicamente de interés en la extracción minera del proyecto "Mina San Luis".

II.6 Ubicar en una fotografía aérea a escala 1:5,000 y en un radio de 2 kilómetros a partir del perímetro del predio, cuerpos de agua permanentes o intermitentes.

La hidrología superficial en la zona de estudio, forma parte de la cuenca del Río Pánuco, está constituida principalmente por corrientes de tipo intermitente, debido a la permeabilidad de los materiales en el subsuelo; en la región las principales corrientes descienden de las partes alta hacia el Valle de México, donde por las condiciones tienden a perderse como resultado de permeabilidad de los materiales, así como, por el entubamiento en su mayoría de los cauces, para ser utilizados para vialidades en las áreas urbanas.

Dadas estas características, con relación al sitio del proyecto de "Mina San Luis", la geoforma forma parte de formaciones volcánicas constituidas por basaltos, los cuales han sido erosionados a través de los años para formar el paisaje de lomerío, de ahí que dentro del rango solicitado de 2 km, se observen corrientes de tipo intermitente, entre ellas se encuentra la más cercana al sur del predio, propiamente el área del proyecto no colinda con ella (ver mapa 3).

Además de la descrita anteriormente, se observan otras corrientes hacia el sur y norte, que llevan la misma dirección, es decir de sureste a noroeste. Siendo éstos los que tendrían mayor relación con el proyecto de mina.

Es preciso destacar que aún a la presencia de la corriente que se localiza al sur del predio, no se verán afectadas por la extracción de materiales, ya que el área solicitada para autorización no limita de manera directa con dicha corriente, adicionalmente se considera reforestar dicha franja y considerar la topografía final a contrapendiente, para evitar sean arrastrados materiales a su cauce.

II.7 Programa de rehabilitación del predio especificando:

El diseño del programa de rehabilitación del predio, se basa principalmente a lo que estipula la NORMA TÉCNICA ESTATAL AMBIENTAL NTEA-002-SMA-DS-2009, QUE REGULA LA EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y TRANSPORTE DE MINERALES NO CONCECIBLES EN EL ESTADO DE MÉXICO, así como a las condiciones propias de la zona y el terreno.

a. Medidas para estabilizar los taludes resultantes de la explotación, de acuerdo con la normatividad aplicable.

Los cortes realizados en el banco se harán con suficiente ángulo de inclinación para evitar que sean perpendiculares a la horizontal del terreno; de no adoptarse esta consideración se corre el riesgo de derrumbes y la estabilización de la pared será más difícil. Para este caso en particular, los cortes se harán de tal manera que se conforme un talud de 15 metros con descansos (bermas) de 5 m de ancho, y un ángulo de inclinación de 70°, tal como lo establece el numeral 4.1.4 de la Norma Técnica Estatal Ambiental

NTEA-002-SMA-DS-2009, Que regula la exploración, explotación y transporte de minerales no concesionables en el Estado de México (ver figura 5).

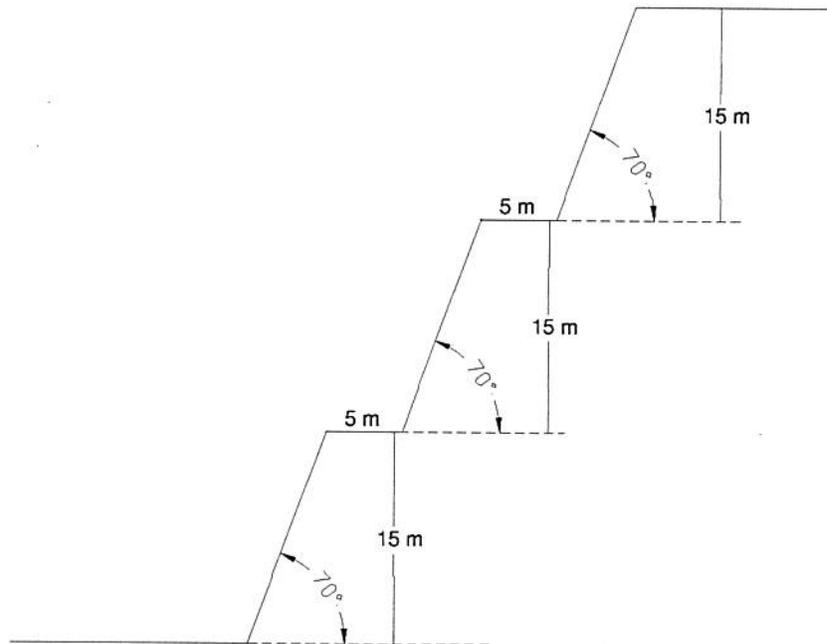


FIGURA 5: CONFIGURACIÓN PLANTEADA DEL TALUD.

La configuración planteada, obedece al hecho de que tenga la posibilidad de revegetación natural, con especies vegetales de pastos, arbustos y cactáceas, sucesión posterior a especies precursoras como musgos y líquenes que crecen directamente en la roca húmeda.

En la berma que se plantea dejar entre cada talud, pueden llevarse a cabo actividades de reincorporación de suelo y reforestación con especies propias de la región.

Para asegurar la estabilización de taludes y cortes se seguirán los siguientes pasos:

Acondicionamiento de cortes

Una vez terminada la explotación, los cortes se dejarán descubiertos el tiempo necesario para permitir la vigilancia de su comportamiento y hacer posible las adecuaciones y las medidas correctivas necesarias, antes de darles un acabado final y colocar vegetación.

Este tiempo de acomodamiento espontáneo es necesario debido a que el terreno natural donde se realizarán los cortes corresponde a una ladera la cual al ser cortada pierde estabilidad y cohesión de sus materiales constituyentes, por lo que es común que después de efectuado el corte ocurran derrumbes, asentamientos o fracturas, hasta que el material alcance un nuevo estado de equilibrio mecánico permanente. Durante este período de estabilización espontánea se harán las obras necesarias para la contención de derrumbes, redirigir los cortes o atenuarlos. Aunque cabe señalar que para el caso de canteras, los cortes tienen mayor estabilidad, aun manteniéndose verticales.

Cuando se observe que durante un tiempo prudente, no ocurren fenómenos que alteren las condiciones finales del corte, estará listo para ser recubierto y repoblado con vegetación.

Acondicionamiento de taludes

Los taludes que se hayan conformado durante la época seca del año deberán regarse de manera frecuente, para evitar la dispersión de polvo y

proporcionar humedad suficiente para el crecimiento de hierbas anuales que le den estabilidad temporal. Durante la época lluviosa el riego no será necesario, ya que la tierra se mantiene húmeda y las semillas de plantas anuales se establecen y crecen de manera natural. El talud mantendrá así hasta que dejen de observarse hundimientos por compactación, cuando se obtenga este grado de equilibrio se procederá a su estabilización final.

b. Medidas para rehabilitar la capa de suelo afectada.

La capa fértil de suelo retirada durante el despalme, será almacenada en un lugar específico del predio para ser reintegrada al final de las actividades extractivas.

Las áreas excavadas que queden después de concluidos los trabajos de extracción del banco, serán niveladas para esparcir el suelo orgánico despalmado durante la preparación del terreno sobre éstas.

El material se colocará y se esparcirá manual o mecánicamente hasta quedar a nivel del terreno. La colocación de este material contribuirá a mantener el control de la subsidencia y a evitar la pérdida de terrenos. Para garantizar la completa restitución, tomando en cuenta el uso del suelo adyacente, se procederá a la repoblación vegetal. En este caso se tiene en cuenta la siembra de un estrato herbáceo, como medio de preparación del terreno, antes de la vegetación nativa de la zona.

El grado de restauración en el terreno afectado dependerá de las características físicas, químicas y biológicas. Dichas propiedades, están relacionadas con la litología de la región, la edad geológica de las rocas, la

resistencia a las alteraciones y en general a la de los materiales de desechos a los procesos erosivos.

Se deberá evitar el tránsito de vehículos pesados sobre las áreas rehabilitadas, por lo menos hasta que la cubierta vegetal inducida o plantada alcance un nivel estable de desarrollo, ya que el tránsito por vehículos con gran carga y la textura son factores que influyen en la compactación del suelo, impidiendo la infiltración del agua, provocando un escaso desarrollo de las raíces y la erosión del suelo. Para ello debe transcurrir por lo menos un año de la repoblación herbácea.

Cuando el suelo se haya compactado tendrá que airearse temporalmente, rompiendo la superficie mediante arados de discos o de punta, gradas o instrumentos manuales, actividad denominada subsoleo. Para disminuir el costo de esta labor, se realizarán franjas o parcelas dispersas en el área. El único método permanente de rehabilitación es el mantenimiento de un suelo vegetal virgen; es decir, conservar el material orgánico compuesto por restos vegetales en distintas fases de descomposición; un período bastante largo como para que la fauna edáfica y las raíces de las plantas actúe sobre el suelo hasta restablecer sus cualidades.

El escenario esperado aplicando las medidas de mitigación será el siguiente:

1. Con la estabilización de los taludes y el generar bermas, así como conformar el material atenuando pendientes, permitirá generar un mejor drenaje que minimice la erosión. Esta estabilización también permitirá el poder colocar la capa fértil del suelo para desarrollar actividades agrícolas o pecuarias.

2. La remoción del suelo vegetal, será compensado utilizando el material de despalme para utilizarlo durante las actividades de restauración del terreno.
3. El proporcionar al suelo despalmado la vegetación desmontada proporcionará nutrientes y semillas, mismos que al ser restituido en el piso final, generará la revegetación natural.
4. La irrigación del patio de maniobras, así como los caminos de acceso durante el transporte y la introducción de una capa vegetal permitirá reducir al máximo la generación de polvos.
5. Así mismo, aplicar la irrigación a las áreas donde se haya irrigado la capa de suelo, y al contener éste restos de vegetación, permitirá desarrollar la capa vegetal de manera natural.
6. El reforestar las zonas de amortiguamiento, establecerá una barrera natural al sitio, así como de ayudar a la dispersión de semillas en los terrenos colindantes.

c. Medidas para restituir las comunidades vegetales.

Como fue indicado en puntos anteriores, el uso que se pretenda dar al área del proyecto de "Mina San Luis", una vez extraídos los materiales pétreos, será el que manifiesta el Plan Municipal de Desarrollo Urbano, sin embargo, ya que constituye una propiedad privada, dependerá de los intereses del propietario su uso posterior, siendo necesario de notificar a la Dirección General de Ordenamiento e Impacto Ambiental de su uso, a fin de que sea evaluado, si fuera requerido.

Por otra parte, se recomienda establecer una franja de árboles al inicio de la explotación en las colindancias, propiamente en las franjas de amortiguamiento, a fin de que actúen como barreras naturales, recomendando se realice al inicio de la temporada de lluvias, considerando de preferencia utilizar una distribución en tresbolillo, con la finalidad de evitar la erosión del suelo, así como de captar el mayor porcentaje de humedad.

d. Cronograma tentativo de las acciones de rehabilitación.

Considerando el tiempo estimado de vida de la explotación y la superficie del predio, se plantea iniciar los trabajos de rehabilitación, al finalizar los trabajos de extracción, planteando el nivelado del terreno, estabilización de taludes, la restitución de la capa de suelo y la capa vegetal. Dado que en el primer año, no se contempla actividades de éste tipo, en el cronograma se enumera desde el segundo año, contemplando abarcar un año más para el complemento de las actividades.

En consecuencia, se plantea el siguiente programa tentativo de actividades:

ACTIVIDADES	ANOS/BIMESTRE																																			
	2						3						4						5						6											
	E-F	M-A	M-J	J-A	S-O	N-D	E-F	M-A	M-J	J-A	S-O	N-D	E-F	M-A	M-J	J-A	S-O	N-D	E-F	M-A	M-J	J-A	S-O	N-D	E-F	M-A	M-J	J-A	S-O	N-D						
Rehabilitación																																				
Nivelación del terreno																																				
Estabilización de taludes																																				
Restitución del suelo																																				
Restitución de la capa vegetal																																				

II.8 Indicar si se pretende establecer algún uso en el predio al finalizar la explotación.

Como fuera mencionado, el uso que se le pretende dar al área del proyecto de "Mina San Luis", una vez extraídos los materiales pétreos, será el que manifiesta el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Temascalapa, a reserva de la decisión final de los propietarios.

II.9 En caso de almacenar o utilizar explosivos y contar con almacén de diesel con una capacidad igual o mayor a 20,000 litros deberá realizar el estudio de riesgo correspondiente.

De acuerdo al ritmo de trabajo y a la maquinaria que se empleará, se plantea abastecer de combustible para un día de trabajo en tambos de 200 litros en las estaciones de servicios más próximas, por lo que no se contempla almacén de combustible en la mina.

En cuanto al uso de explosivos, de acuerdo a lo manifestado en el punto 2.3 de esta manifestación, no será necesaria la utilización de este tipo de sustancias, debido a las características que componen al material a extraer.

III ANEXOS

III.1 Anexo documental

IDENTIFICACIÓN OFICIAL

(CONFIDENCIAL)



**RESOLUCIÓN PRESIDENCIAL DE DOTACIÓN
DE TIERRAS E IDENTIFICACIÓN OFICIAL
DEL PRESIDENTE DEL COMISARIADO EJIDAL**

(CONFIDENCIAL)



**CONTRATO DE ARRENDAMIENTO POR LA
COMPRA DEL MATERIAL**

(CONFIDENCIAL)



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

A handwritten signature in black ink, located on the right side of the page. The signature is written vertically and appears to be a stylized name.



**ESTUDIOS EN INGENIERIA AMBIENTAL Y LABORAL, PROTECCION CIVIL,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, EDIFICACIONES SUSTENTABLES.**

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE "MINA
SAN LUIS", UBICADO EJIDO DE SAN LUIS
TECUAUTITLAN, MUNICIPIO DE TEMASCALAPA,
ESTADO DE MÉXICO.**

Solicitado por: C. EDILBERTO SERRANO AGUILAR.

Realizado por: SUI ESPEZIALITAT UND INDUSTRIA LLIEDIENST.

ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL ÁREA DEL PROYECTO DE "MINA SAN LUIS"

**ESTUDIOS EN INGENIERIA AMBIENTAL Y LABORAL, PROTECCION CIVIL,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, EDIFICACIONES SUSTENTABLES.**

CONTENIDO

- 1) ANTECEDENTES**
- 2) CONDICIONES GEOTECNICAS DEL SITIO.**
 - 2.1 Características geológicas
 - 2.2 Entorno Físico
 - 2.3 Sismicidad
- 3) ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES**
 - 3.1 Exploración geotécnica por medio de sondeo SP 01
 - 3.2 Exploración geotécnica por medio de pozos a cielo Abierto.
 - 3.3 Propiedades
- 4) ANÁLISIS DE LA CIMENTACION**
 - 4.1 Análisis de capacidad de carga
 - 4.2 Revisión del estado límite de falla.
 - 4.3 Estado límite de servicio
- 5) PERMEABILIDAD DEL SUELO**
- 6) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
- 7) BIBLIOGRAFÍA**
- 8) ANEXO I PRUEBAS DE LABORATORIO**
- 9) ANEXO II FIGURAS**
- 10) ANEXO III REPORTE FOTOGRAFICO**

**ESTUDIOS EN INGENIERIA AMBIENTAL Y LABORAL, PROTECCION CIVIL,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, EDIFICACIONES SUSTENTABLES.**

1) ANTECEDENTES:

Realizamos por su encomienda el estudio geotécnico al predio ubicado en los Bienes Ejidales de San Luis Tecuautitlán, Municipio de Temascalapa, Estado de México, para el proyecto de "MINA SAN LUIS".

Se efectuó una visita técnica a la zona, destinada para el proyecto, con el objeto de revisar las condiciones geotécnicas y el comportamiento que ha tenido las condiciones de suelo, observándose en general un buen comportamiento.

Con el fin de obtener en laboratorio los parámetros geotécnicos que nos permitiesen valorar las condiciones del subsuelo que interactuarán durante el PROYECTO, se realizó un sondeo exploratorio dentro del área, mediante una perforadora tipo Long- year Num. 34, combinando las técnicas del procedimiento de sondeos de penetración estándar en suelos, de acuerdo a la norma ASTM-D 1586. El sondeo se llevó hasta la profundidad de 15.15 m. obteniendo de este muestreo alterado en suelos por medio de tubo partido.

Complementando la exploración se realizó un pozo a cielo abierto excavado hasta encontrar el nivel de aguas freáticas.

A) DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Con el objeto de definir las características del subsuelo y establecer las recomendaciones y criterios más viables para la realización del proyecto, se realizó el estudio geotécnico cuyo desarrollo da origen al presente informe.

En los capítulos siguientes se describen las actividades efectuadas, se reportan los resultados obtenidos y se dan las conclusiones y recomendaciones para el proceso.

2) CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL SITIO.

2.1 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS.

La litología del Estado de México está constituida por afloramientos de rocas de origen ígneo, sedimentario y metamórfico, siendo las rocas ígneas extrusivas las que ocupan una mayor extensión, las rocas de esta entidad datan desde el Triásico (las metamórficas) hasta el Cuaternario

ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL ÁREA DEL PROYECTO DE "MINA SAN LUIS"

**ESTUDIOS EN INGENIERIA AMBIENTAL Y LABORAL, PROTECCION CIVIL,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, EDIFICACIONES SUSTENTABLES.**

representado por rocas ígneas de composición basáltica, así como depósitos lacustres y aluviales).

El Estado de México está comprendido dentro de dos provincias geológicas que son el Eje Neovolcánico y la sierra Madre del Sur.

El Valle de México pertenece a la provincia fisiográfica del eje Neovolcánico caracterizada por una altiplanicie situada a más de 2000 m. de altura sobre el nivel del mar, de la que sobresalen numerosos cerros de varios cientos metros de altura. La mayoría de estos representan aparatos volcánicos con sus respectivas lavas, brechas y cenizas, cuya composición litológica va desde rocas basálticas a riolíticas. Entre los cerros volcánicos se abren llanuras o cuencas que están formadas en gran parte por rellenos aluviales o lacustres que contienen gran variedad de rocas mezcladas con cenizas volcánicas.

Los principales fenómenos en esta provincia están representados por fallas y fracturas que acompañan a las emisiones volcánicas. La dirección principal del fracturamiento regional es aproximadamente E-W.

En la región centro oriental de esta provincia se encuentra el Valle de México, que constituye una de las mesetas más elevadas del país con una altitud promedio de 2650 m. sobre el nivel del mar, el terreno presenta una suave pendiente que varía desde 2,600 a 2,700 m. sobre el nivel del mar.

En las partes centrales de la cuenca alejadas de los bordes, eventualmente se depositaron materiales limo-arenosos, intercalados con suelos y capas de cenizas y pómez provenientes de las erupciones volcánicas originadas principalmente en el oriente.

De acuerdo con las Características Geotécnicas del Valle de México, este se ha dividido en tres zonas principales como son las siguientes características:

ZONAS DE LOMAS, Que incluyen las faldas de la Sierra de Guadalupe, la Sierra de las Cruces, Sierra Nevada y de Río Frío, además de las partes altas de los cerros. Se forman básicamente por suelos firmes areno – luminoso (Tepetate), tobas compactas de la alta capacidad de carga y baja deformabilidad y material rocoso.

ZONA DE TRANSICION, la cual constituye el cambio, por lo general gradual, entre los materiales que forman la zona de lomas y los existentes en la zona de Lago.

**ESTUDIOS EN INGENIERIA AMBIENTAL Y LABORAL, PROTECCION CIVIL,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, EDIFICACIONES SUSTENTABLES.**

Debido a las condiciones de erraticidad que presenta la estratigrafía de esta zona, se han reconocido tres condiciones típicas: **1) progresiva**, en que la formación rocosa aparece cubierta por depósitos de origen aluvial, a su vez subyacentes a las capas más recientes de arcilla lacustre; **2) interestratificada**, característica de regiones en que las fases aluvial y lacustre se suceden en forma alternada, dando lugar a la intercalación de mantos blandos arcillosos con otros de matriz granular contaminados por finos, generalmente duros y más resistentes; y **3) abrupta**, que se distingue porque los depósitos lacustres están en contacto con la formación rocosa con interface de suelo residual.

ZONA DE LAGO, constituida por la sedimentación de arenas y arcillas de origen volcánico, las cuales fueron trasportadas por el aire y las corrientes, depositando estos materiales en las partes bajas de la cuenca; en consecuencia, se definieron las siguientes formaciones:

- Primer horizonte o capa inferior, constituido por la formación Tarango, desarrollada a partir de los primeros depósitos aluviales (anteriores al cierre de la cuenca) e incluye el estrato de arcilla superior y una capa de material desecado y/o compacto.
- Sobre el estrato anterior se encuentra la formación Tacubaya, formada a su vez por arcilla lacustre de alta compresibilidad y baja resistencia al corte.
- Finalmente, las formaciones más recientes y en consecuencia más superficiales.

2.2) ENTORNO FÍSICO

El predio en estudio se localiza dentro de una zona de transición, por lo que de acuerdo a la Zonificación Geotécnica de la Ciudad de México establecida en el artículo 219 por el RCDF y en las NTCDCC el predio se encuentra dentro de una zona geotécnica denominada Zona de transición (zona 11).

2.3 SISMICIDAD

De acuerdo a la Zonificación Sísmica de la República Mexicana, la Estructura se encuentra dentro de la zona sísmica B, con un tipo de suelo de dureza media tipo (II)

**ESTUDIOS EN INGENIERIA AMBIENTAL Y LABORAL, PROTECCION CIVIL,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, EDIFICACIONES SUSTENTABLES.**

Por lo que le corresponde un coeficiente sísmico $c = 0.30$ de acuerdo a la tabla siguiente para espectros de diseño para estructuras del grupo B.

TABLA DE ESPECTROS DE DISEÑO PARA LAS ESTRUCTURALES DEL GRUPO B

ZONA SISMICA	TIPO DE SUELO	ao	C	Ta (s)	T b (S)	R
A	L	0.02	0.08	0.2	0.6	1/2
A	II	0.04	0.16	0.3	1.5	2/3
A	III	0.05	0.20	0.6	2.90	1
B	L	0.04	0.14	0.20	0.6	1/2
B	II	0.08	0.30	0.30	1.50	2/3
B	III	0.10	0.36	0.60	2.90	1
C	L	0.36	0.36	0.00	0.60	1/2
C	II	0.64	0.64	0.00	1.4	2/3
C	III	0.64	0.64	0.00	1.90	1
D	L	0.50	0.50	0.00	0.60	1/2
D	II	0.86	0.86	0.00	1.20	2/3
D	III	0.86	0.86	0.00	1.70	1

Siendo:

TIPO DE SUELO

I FIRME

II INTERMEDIO

III BLANDO

3) ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES.

La exploración del subsuelo del predio consistió, de acuerdo con los alcances solicitados, en la perforación de 1 sondeo de penetración estándar debido a la naturaleza cohesivo - friccionante del subsuelo explorado. Este tipo de sondeo consiste en obtener muestreo alterado mediante el hincado de



**ESTUDIOS EN INGENIERIA AMBIENTAL Y LABORAL, PROTECCION CIVIL,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, EDIFICACIONES SUSTENTABLES.**

tubo partido. Dicha exploración se complementó con la excavación manual de 3 pozos a cielo abierto, los cuales se excavaron a las profundidades siguientes: el PCA 01, a 1.20 m. El PCA 02 a 2.50 m y el PCA 03 a 2.67 m. con objeto de detectar los estratos superficiales.

3.1 Exploración geotécnica por medio de sondeo de penetración estándar.

El sondeo SPT 01 se perforó a 15.15 m. de profundidad.

Durante los trabajos de perforación del sondeo, se levantó un registro de campo, el cual contiene la denominación del sondeo, su profundidad, número de muestras recuperadas, su clasificación geotécnica de campo, color y características de compacidad o consistencia.

Durante la exploración del sondeo se realizó un muestreo de tipo alterado. En el muestreo alterado se empleó el método de "Penetración Estándar", el cual consiste en acoplar el tubo muestreador de 5.0 cm de diámetro exterior, 3.5 cm de diámetro interior y 60 cm de longitud, al extremo de la tubería de perforación y hacerlo penetrar a golpes en el terreno por medio de un martinete de 63.5 kg, que cae libremente desde una altura de 76 cm, contando el número de golpes necesarios para lograr la penetración del mismo.

Este método permite estimar mediante correlaciones empíricas; los parámetros de resistencia al esfuerzo cortante, relacionando la compacidad relativa y el ángulo de fricción interna de las arenas, o el valor de la resistencia en compresión simple de las arcillas, con el número de golpes necesarios para hincar en el subsuelo los 30 cm centrales del penetrómetro.

Una vez hincada la longitud total del penetrómetro en el terreno, se retira del interior de la perforación y se extrae la muestra contenida en su interior. En el registro de campo de la perforación de los sondeos indicados anteriormente, se incluyen los resultados del número de golpes obtenidos de aplicar el método de penetración estándar.

En la figura 08, se presentan los perfiles estratigráficos correspondientes al sondeo SPT 01 perforados; los cuales contienen la clasificación de los materiales, de cada uno de los estratos del subsuelo encontrados, la gráfica de los resultados de la resistencia a la penetración estándar y la gráfica de la variación del contenido de humedad contra la profundidad.

**ESTUDIOS EN INGENIERIA AMBIENTAL Y LABORAL, PROTECCION CIVIL,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, EDIFICACIONES SUSTENTABLES.**

El Sondeo de penetración estándar SPT 01, se realizó en el parte oriente del predio, a 100 metros de haber ingresado al predio, del camino al monte, siendo ésta la parte más alta del área, en este se encontró la siguiente estratigrafía:

Sondeo de Penetración Estándar S P T 01:

De 0.00 a 0.60 m. Se encontró un material con arcilla color café oscuro de compacidad poco compacta con un número de golpes promedio de 3.

De 0.60 a 2.00 m. Se encontró un estrato de basalto con moderada alteración, con una consistencia media - blanda.

De 2.00 a 3.00 m. Se detectó el mismo estrato basáltico con una consistencia muy firme a dura con un número de golpes que van desde los 35 hasta los 50 golpes, con un porcentaje de finos promedio de (62 %) a esta profundidad se terminó el sondeo.

Se detectó el nivel de filtración de aguas a -1.80 m. de profundidad.

3.2 Exploración geotécnica por medio de pozos a cielo abierto.

De acuerdo con lo solicitado, se realizó la excavación de 1 pozo a cielo abierto el primer pozo PCA 01 en la zona más baja del área, a 180 metros hacia el interior del predio. Este pozo se excavo para determinar las características estratigráficas de los estratos superficiales.

Durante los trabajos de excavación de los pozos a cielo abierto, se levantó un registro de campo, el cual contiene la denominación de los pozos, su profundidad, número de muestras recuperadas y de estratos encontrados, su clasificación geotécnica de campo, color y características de compacidad o consistencia.

Se obtuvieron muestras representativas (muestras alteradas) y muestras inalteradas (muestras cúbicas).

De acuerdo con la clasificación geotécnica de campo se elaboró el perfil estratigráfico de los pozos a cielo abierto, el cual se presenta en el anexo de figuras. Los perfiles estratigráficos se complementan con los resultados de las pruebas de laboratorio realizadas.

**ESTUDIOS EN INGENIERIA AMBIENTAL Y LABORAL, PROTECCION CIVIL,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, EDIFICACIONES SUSTENTABLES.**

La secuencia estratigráfica encontrada fue la siguiente:

Para el PCA 01:

De 0.00 a 0.40 m. Material con poca arcilla café claro presenta compacidad suelta.

De 0.40 A 1.45 m. Relleno de tezontle rojo con gravilla, presenta compacidad media.

De 1.45 a 1.80 m. Material heterogéneo de limo de arcilla con arena y algunos guijarros de barro aislados muy compactado con un contenido de humedad de 28%.

De 1.80 a 2.50 m. Terreno natural de arcilla limo – arenoso de plasticidad intermedia de color café oscuro de consistencia firme con un límite líquido de 38.50 un límite plástico de 23.10 y un índice de plasticidad de 15.40, se clasifica según el sistema Unificado de Clasificación de Suelos S. U.C.S como un suelo tipo CL con un contenido de humedad de 30.84%, con un peso volumétrico de 1.61 ton/m³ y un Angulo de fricción de 18.6 % con un porcentaje fino de 50%. A 2.50 m, se terminó de excavar el pozo no encontrando el nivel de aguas freáticas.

Las muestras recuperadas debidamente protegidas e identificadas fueron transportadas a nuestro laboratorio, ahí fueron objeto de las pruebas que a continuación se identifican y de acuerdo con la naturaleza del material encontrado son las requeridas para la determinación de las variables necesarias en los análisis realizados. Las pruebas mecánicas e índices realizadas fueron las siguientes:

Para todas las muestras se efectuaron los siguientes ensayos.

- Clasificación visual y al tacto, tanto en el campo como en el laboratorio.
- Clasificación de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (.S.U.C.S.)
- Contenido de agua natural de los estratos (W%), así como límites de consistencia.

Mientras que para las muestras inalteradas:

- Determinación del peso volumétrico natural.



**ESTUDIOS EN INGENIERIA AMBIENTAL Y LABORAL, PROTECCION CIVIL,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, EDIFICACIONES SUSTENTABLES.**

- Resistencia a la compresión no confinada.
- Densidad de sólidos (Ss)
- Prueba triaxial rápida (UU)

3.3 Propiedades.

A continuación se presenta un resumen con los resultados de las pruebas mecánicas efectuadas.

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Sondeo	PROF.	Limite Líquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad	S.U.C.S.
PCA01	2.00	38.50	23.10	15.40	Cl
PCA01	2.50	44.50	25.50	19.0	Cl

PRUEBA TRIAXIAL RÁPIDA UU

Muestra	Profundidad	W(%)	γ_m (ton / m ³)	Cohesión kg/cm ²	Angulo de Fricción (°)
PCA01	2.00	31.21	1.61	0.10	18.60
PCA01	2.50	28.38	1.80	0.84	2

4. ANÁLISIS DE LA CARGA.

Con base a la evaluación de la geometría de la cimentación de las estructuras, se determinaron las cargas que actuaran en la estructura, realizando las siguientes consideraciones:

- El peso líquido será de 2 toneladas.
- El peso de la estructura de concreto será de 1.0 ton.
- El espesor de la losa de la cimentación será de 0.15 m.
- La carga que se transmitirá al subsuelo será de 1.57 ton/m².



**ESTUDIOS EN INGENIERIA AMBIENTAL Y LABORAL, PROTECCION CIVIL,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, EDIFICACIONES SUSTENTABLES.**

4.1 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA.

De acuerdo con los datos obtenidos en campo y laboratorio se revisa la capacidad de carga del subsuelo de apoyo.

En los análisis de capacidad de carga se empleó la siguiente expresión, considerando que la losa de cimentación se desplantará sobre suelo predominantemente cohesivo:

$$q_{adm} = c N_c Fr + P_v$$

Donde:

q_{adm} = capacidad de carga admisible (tlm^2).

C = cohesión del suelo de apoyo. 1.0 ton $1m^2$

N_c = coeficiente de capacidad de carga.

Fr = factor de resistencia. 0.70

P_v = presión vertical total al nivel de desplante por peso propio del Suelo 0.80 ton $1m^2$

El coeficiente de capacidad de carga está dado por:

$$N_c = 5.14 (1 + 0.25 D_f / B + 0.25 B / L)$$

Donde:

D_f = profundidad de desplante: 0.80 m

B = ancho del cimiento: 1.00 m

L = longitud del cimiento: 3.00 m

De acuerdo a los valores obtenidos para cada variable, la aplicación de la expresión anterior da como resultado la capacidad de carga admisible siguiente:

$$q_a = 5.14 \text{ ton} / m^2$$

**ESTUDIOS EN INGENIERIA AMBIENTAL Y LABORAL, PROTECCION CIVIL,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, EDIFICACIONES SUSTENTABLES.**

4.2 REVISIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE FALLA.

Tomando en cuenta los criterios indicados en las Normas Técnicas complementarias para el diseño y construcción de cimentaciones del Reglamento de construcciones para el Distrito Federal, la revisión de la seguridad ante estados límite de fallas consiste en comparar la resistencia del suelo, afectada por un factor de resistencia, con acciones de diseños verticales y la combinación de cargas verticales y accidentales, multiplicadas por sus respectivos valores de carga, estos deben ser menores a la capacidad de carga del suelo.

Para llevar a cabo la revisión indicada, en cimentaciones desplantadas en suelos sensiblemente cohesivos debe cumplirse la siguiente desigualdad:

$$\Sigma Q Fc / A + Me < qa$$

Siendo:

$\Sigma Q Fc / A$: suma de las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada multiplicadas por el factor de carga (1.40) dividida entre el área, es decir la presión al nivel de desplante de la cimentación estimada.

Me : Momento estático debido a las excentricidades estáticas que se generan por la diferencia entre el centro geométrico y de cargas de la estructura, en este caso la estructura es simétrica y guarda igualdad de cargas por lo que serán menores al 3 %.

q_{adm} = capacidad de carga admisible (t/m^2).

Evaluando la desigualdad anterior se obtiene el siguiente resultado:

$$1.57 \text{ ton} / m^2 \quad \backslash \quad 5.14 \text{ Ton} / m^2$$

Se verifica la desigualdad y no existe riesgo de falla.

**ESTUDIOS EN INGENIERIA AMBIENTAL Y LABORAL, PROTECCION CIVIL,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, EDIFICACIONES SUSTENTABLES.**

4.3 ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO.

CALCULOS DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS.

Los asentamientos esperados serán de tipo inmediato, estos se estimaron utilizando la teoría de la elasticidad según el criterio propuesto por Steinbrenner a través de la siguiente expresión:

$$z_i = q B (1 - \mu^2) F_1 + (1 - \mu - \mu^2) F_2 / E$$

En donde:

- z hundimiento a corto plazo
- q presión máxima neta que transmite la cimentación al subsuelo
1.57 ton / m²
- B Ancho del cimientto en m.
- μ Módulo de Poisson Equivalente, 0.40
- E Módulo de Elasticidad Equivalente, 200 kg/cm²
- F_1 Y F_2 Factores que dependen de las relaciones (L / B) Y (D / B)

La evaluación de la expresión anterior es de:

$$z = 0.17 \text{ cms.}$$

El asentamiento máximo inmediato esperado resulta dentro de los límites aceptables establecidos en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.

5. PERMEABILIDAD DEL SUELO.

Se realizó en el sondeo de penetración estándar 01, que alcanzó los 15.15 m de profundidad, una prueba de permeabilidad dentro del estrato que comienza a 3.80 m y alcanza hasta el final del sondeo a 15.15 m encontrándose un coeficiente de permeabilidad.

$$K = 10^{-6} \text{ cm / seg}$$



**ESTUDIOS EN INGENIERIA AMBIENTAL Y LABORAL, PROTECCION CIVIL,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, EDIFICACIONES SUSTENTABLES.**

Por lo que los estratos detectados hasta la profundidad explorada tienen permeabilidades muy bajas y son inapropiados para usarse como dren. Por lo que sería necesario ampliar la campaña exploratoria a estratos más profundos.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. El presente estudios de mecánicas de suelos comprende las recomendaciones y análisis geotécnicos para el proyecto de "MINA SAN LUIS", con pretendida ubicación en el Ejido de San Luis Tecuautitlán, Municipio de Temascalapa, Estado de México.
2. Como parte del programa de exploración geotécnica se realizó un sondeo de tipo penetración estándar hasta la profundidad de 3.00 m. Asimismo se realizaron 3 pozos a cielo abierto el PCA 01 excavado hasta la profundidad de 1.20 m, tratando de abarcar toda el área de relleno.
3. El nivel de aguas freáticas o nivel de filtración no se encontró a la profundidad alcanzada.
4. La estructura a construir se encuentra en la zona sísmica B, siendo un suelo intermedio tipo B con un coeficiente sísmico $C = 0.30$.
5. La estratigrafía detectada en el sitio tiene una composición basáltica en la parte más profunda.
6. La capacidad de carga admisible del extracto natural es $q_a = 5.70$ ton/m².
7. Los asentamiento estimados máximos serán de tipo inmediato, es decir ocurrirán durante la etapa de operación y éstos son estimados en 0.17 cm, los cuales se encuentran dentro de los parámetros admisibles, que marca el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal. Los asentamientos a largo plazo no son significativos.
8. Se realizó una prueba de permeabilidad en el estrato comprendido de 3.80 a 15.0 m, encontrándose que el estrato es prácticamente impermeable y no ofrece buenas características para el drenaje.



**ESTUDIOS EN INGENIERIA AMBIENTAL Y LABORAL, PROTECCION CIVIL,
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, EDIFICACIONES SUSTENTABLES.**

9. Las conclusiones y recomendaciones anteriores corresponden a las condiciones geométricas y de cargas indicadas en los capítulos anteriores. Cualquier modificación importante deberá ser notificada para evaluar la influencia de tales cambios en los resultados del presente estudio.

ATENTAMENTE


ING. PEDRO ALFONSO ORTEGA SANTOS
MECANICAS DE SUELOS
Cédula profesional: 1547389



III.2 Anexo Cartográfico

Mapa 1: Localización y vías de acceso al proyecto Mina San Luis.





LOCALIZACIÓN Y VIAS DE ACCESO A LA MINA SAN LUIS
EJIDO SAN LUIS TECUAUTITLAN
MUNICIPIO DE TEMASCALAPA
ESTADO DE MÉXICO

006

Simbología

- Mina_San_Luis
- Camio_terracería_e14b21
- Limite_municipal_2014

CUADRO CONSTRUCTIVO

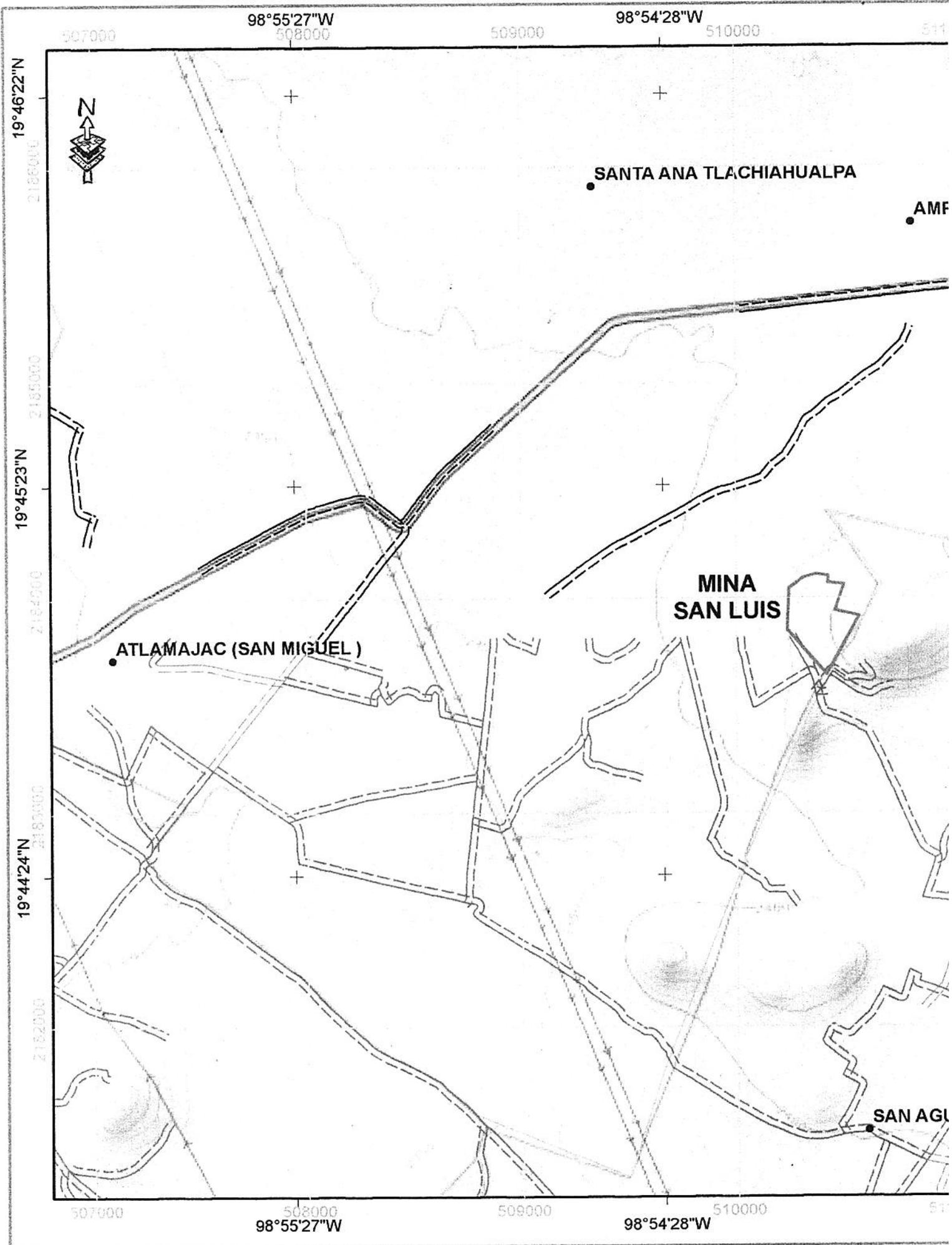
VERTICE	COORDENADAS UTM, WGS84	
	X	Y
1	510246.40	2184046.06
2	510314.98	2184093.47
3	510370.86	2184110.41
4	510428.43	2184100.25
5	510425.05	2184068.92
6	510500.40	2184061.30
7	510457.22	2183942.77
8	510570.67	2183915.67
9	510419.12	2183646.43
10	510237.93	2183853.87

EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL A CADA 100 METROS

Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM)
 DATUM Horizontal WGS84
 Elipsoide WGS84
 Gradicula a cada 59 segundos
 Cuadrícula UTM a cada 1000 metros

Escala Numerica
 1:25 000





**Mapa 2: Plano Topográfico y de Conjunto
del área del proyecto Mina San Luis.**



510500

510600

510700

**PLANO TOPOGRÁFICO Y
DE CONJUNTO DE LA
MINA SAN LUIS**
EJIDO SAN LUIS TECUAUTITLAN
MUNICIPIO DE TEMASCALAPA
ESTADO DE MÉXICO

Simbología**004**

- Vertices_Mina_San_Luis
- Mina_San_Luis
- ⚡ Camio_terracería_e14b21
- ∩ Curvas de nivel_e14b21
- Suelo_despalmado
- ↘ Taludes_actuales

CUADRO CONSTRUCTIVO

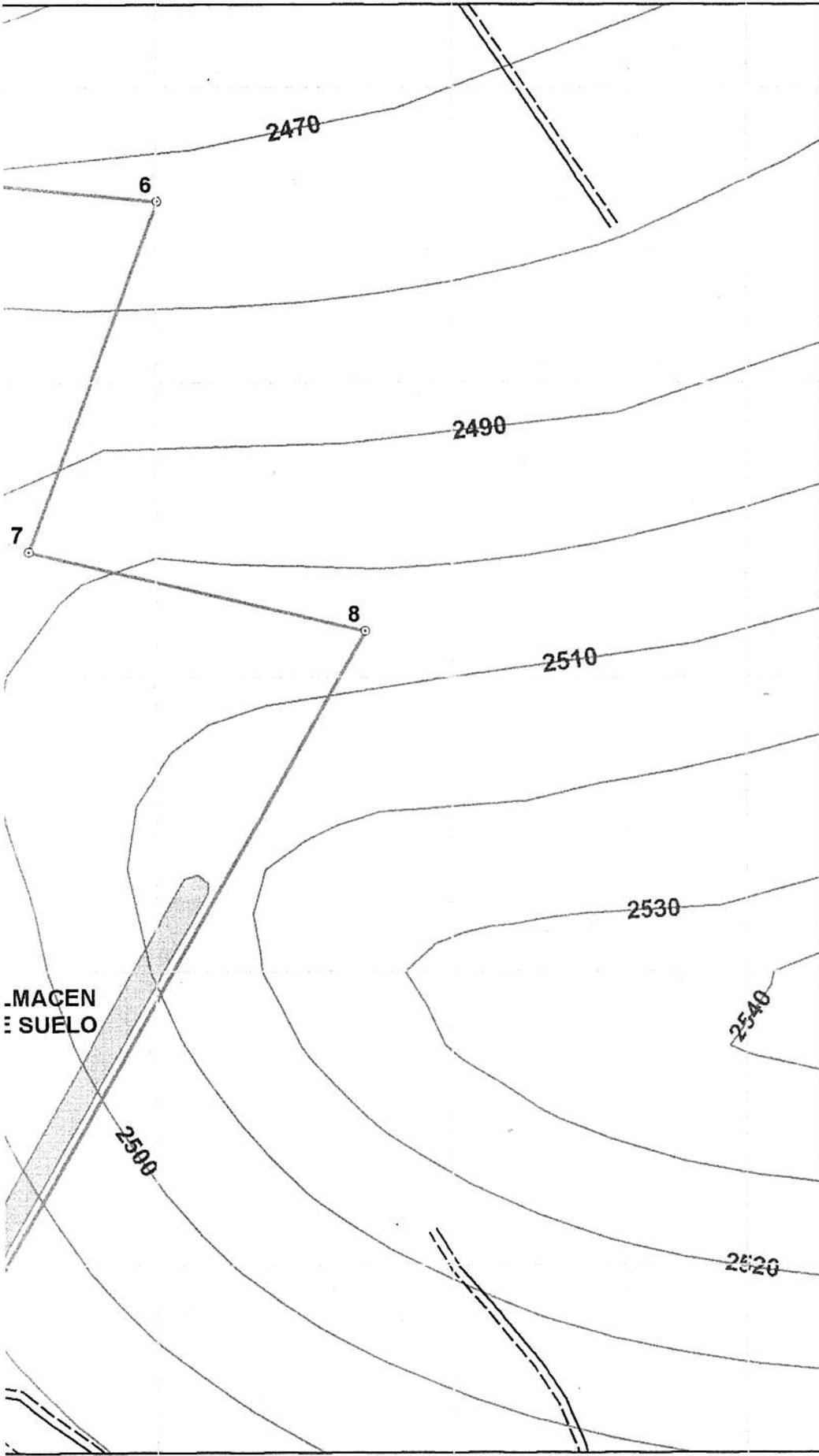
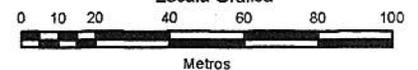
VERTICE	COORDENADAS UTM, WGS84	
	X	Y
1	510246.40	2184046.06
2	510314.98	2184093.47
3	510370.86	2184110.41
4	510428.43	2184100.25
5	510425.05	2184068.92
6	510500.40	2184061.30
7	510457.22	2183942.77
8	510570.67	2183915.67
9	510419.12	2183646.43
10	510237.93	2183853.87

EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL
A CADA 100 METROS

Proyección Universal Transversa de
Mercator (UTM)
DATUM Horizontal WGS84
Elipsoide WGS84
Cuadrícula UTM a cada 100 metros

Escala Numerica
1:2 000

Escala Gráfica



510500

510600

510700

2184100
2184000
2183900
2183800
2183700

510100

510200

510300

510400

ACCESO



3

2

4

5

FRENTE ACTUAL
DE EXPLOTACIÓN

1

ALMACEN
DE SUELO

2430

10

2450

2440

2460

2480

2420

9

510100

510200

510300

510400

A
D

510600

510800

98°53'45"W

511000

511200

LOCALIZACIÓN EN ORTOFOTO DE LA MINA SAN LUIS

EJIDO SAN LUIS TECUAUTITLAN
MUNICIPIO DE TEMASCALAPA
ESTADO DE MÉXICO

Simbología 003

- Vertices_Mina_San_Luis
- Mina_San_Luis
- ≡ Camio_terracería_e14b21
- ~ Curvas_de_nivel_e14b21
- ≡ Corrientes_e14b21
- Suelo_despalmado
- ~ Taludes_actuales

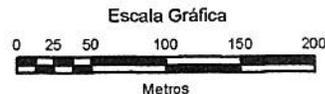
CUADRO CONSTRUCTIVO

VERTICE	COORDENADAS UTM, WGS84	
	X	Y
1	510246.40	2184046.06
2	510314.98	2184093.47
3	510370.86	2184110.41
4	510428.43	2184100.25
5	510425.05	2184068.92
6	510500.40	2184081.30
7	510457.22	2183942.77
8	510570.67	2183915.67
9	510419.12	2183646.43
10	510237.93	2183853.87

EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL
A CADA 100 METROS

Proyección Universal Transversa de
Mercator (UTM)
DATUM Horizontal WGS84
Elipsoide WGS84
Gradicula a cada 15 segundos
Cuadrícula UTM a cada 200 metros

Escala Numerica
1:5 000



2184400
19°45'15"N
2184200
2184000
2183800
19°45'0"N
2183600
19°44'45"N

510600

510800

98°53'45"W

511000

511200



19°44'45"N
2183400

19°45'0"N
2183800

19°45'15"N
2184000

19°45'15"N
2184200

19°45'15"N
2184400



**Localización del proyecto Mina San Luis
sobre la
Imagen Google Earth**

A handwritten signature in black ink, located on the right side of the page. The signature is stylized and appears to be written in a cursive or semi-cursive script. It is positioned vertically, with the top of the signature near the top right of the page and the bottom extending downwards.

511000

98°53'30"W

511500

512000

LOCALIZACIÓN EN ORTOFOTO DE LA MINA SAN LUIS

EJIDO SAN LUIS TECUAUTITLAN
MUNICIPIO DE TEMASCALAPA
ESTADO DE MÉXICO

001

Simbología

 Mina_San_Luis

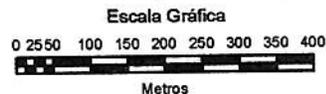
CUADRO CONSTRUCTIVO

VERTICE	COORDENADAS UTM, WGS84	
	X	Y
1	510246.40	2184046.06
2	510314.98	2184093.47
3	510370.86	2184110.41
4	510428.43	2184100.25
5	510425.05	2184068.92
6	510500.40	2184061.30
7	510457.22	2183942.77
8	510570.67	2183915.67
9	510419.12	2183646.43
10	510237.93	2183853.87

EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL
A CADA 100 METROS

Proyección Universal Transversa de
Mercator (UTM)
DATUM Horizontal WGS84
Elipsoide WGS84
Gradicula a cada 15 segundos
Cuadrícula UTM a cada 200 metros

Escala Numerica
1:5 000



511000

98°53'30"W

511500

512000

2185000

19°45'30"N

2184500

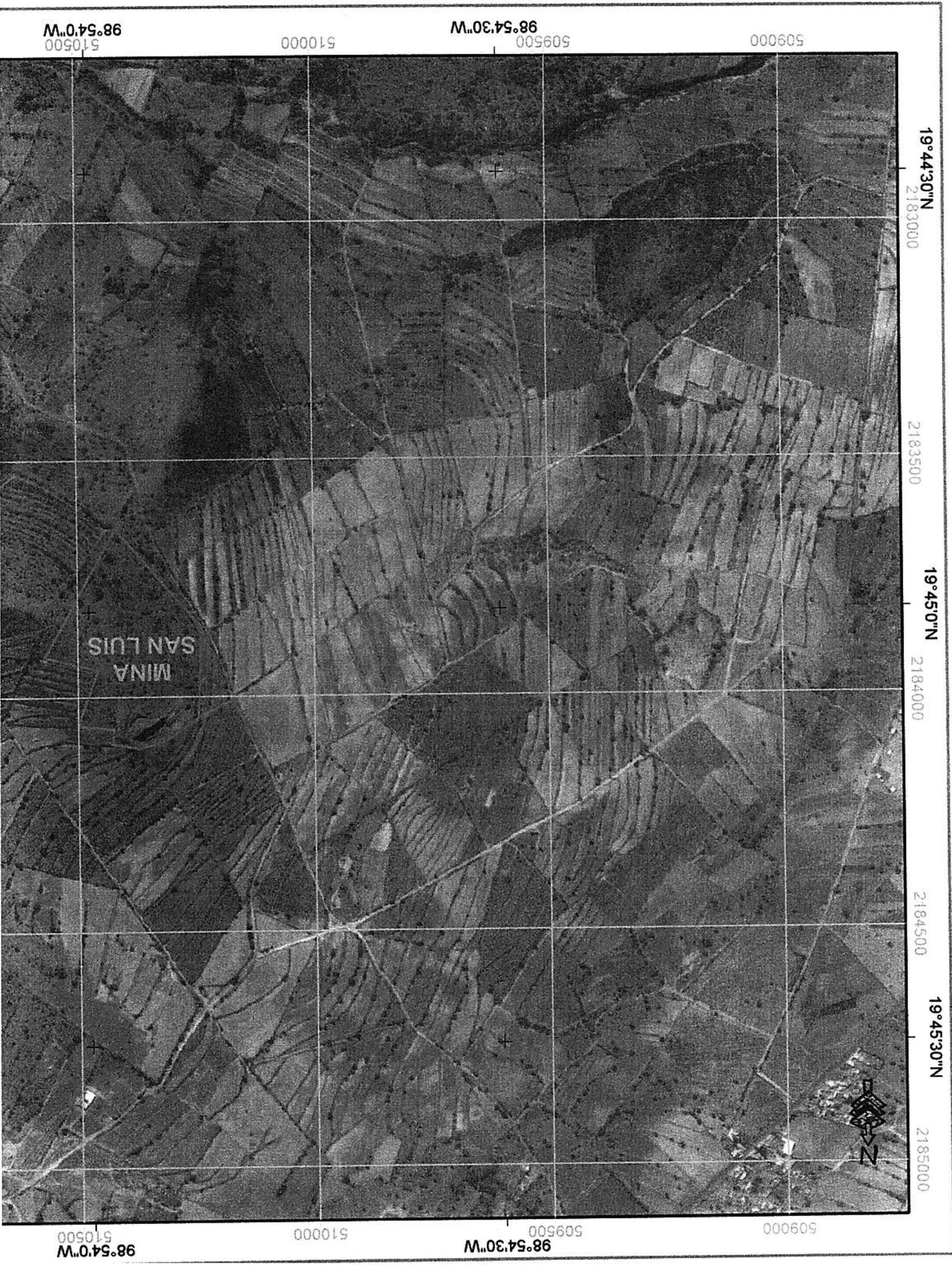
2184000

19°45'0"N

2183500

2183000

19°44'30"N



19°44'30"N

2183000

2183500

19°45'0"N

2184000

2184500

19°45'30"N

2185000

509000

509500

510000

98°54'30"W

98°54'0"W

510500

509000

509500

510000

98°54'30"W

98°54'0"W

510500

