

ESTUDIO GEOFÍSICO PARA DEFINIR LA PRESENCIA DE AGRIETAMIENTOS EN EL PREDIO UBICADO EN MOLINO No.25, COL. LA PLANTA, ALCALDÍA IZTAPALAPA, CIUDAD DE MÉXICO.



ELABORADO POR:



SERGBEN
Ingeniería del Subsuelo, S. A. de C. V.

PARA:

PRO - GPIC & BROS, S.A. DE C.V.

ENERO 7 DEL 2020.



ÍNDICE GENERAL

1. GENERALIDADES

1.1 OBJETIVO

1.2 MÉTODO DE TRABAJO

2. RESULTADOS

3. CONCLUSIONES

ANEXO A

MÉTODO DE GEORADAR

ANEXO B

FOTOGRAFÍCO

PLANOS

PLANO 1: LOCALIZACIÓN DE LA EXPLORACIÓN CON GEORADAR Y UBICACIÓN DE ANOMALIAS

PLANO 2: RADAGRAMAS INTERPRETADOS DE LAS LÍNEAS 1 y 3

PLANO 3: RADAGRAMAS INTERPRETADOS DE LA LÍNEA 4.

PLANO 4: RADAGRAMAS INTERPRETADOS DE LA LÍNEA 2.

INFIN MOLINO25 ANRE.DOC SISSA RED SISSA / M01 / INFO2019 / ING. ANA REYES / EL MOLINO / INF FINAL



1. GENERALIDADES

*Actualmente en el predio ubicado en **Molino No. 25, Col. La Planta, Alcaldía Iztapalapa, Ciudad de México**, se realiza una revisión estructural del conjunto habitacional, el cual presenta agrietamientos en el suelo y algunos de sus edificios presentan agrietamientos en sus fachadas, así como las bardas perimetrales presentan grietas y desplomes.*

Desde la construcción de la Unidad Habitacional se han presentado las grietas en suelos, pero con el sismo del 19 de septiembre de 2017, estas se pronunciaron con mayor intensidad dentro del predio. Motivo por lo que se propuso la realización de un estudio geofísico que pudiera definir si dentro del predio existen más grietas que no son visibles a simple vista; así como su potencial riesgo por la presencia de este tipo de fenómenos y sus implicaciones geotécnicas.

*La empresa **PRO-GPIC & BROS, S.A. DE C.V.**, quien es la encargada de la revisión estructural nos solicitó la elaboración del presente estudio geofísico para definir el comportamiento de estas grietas a profundidad.*

El informe describe los trabajos realizados, así como sus resultados y conclusiones.

1.1 OBJETIVO

El objetivo del presente estudio es el definir el comportamiento de las grietas a profundidad y sus zonas de afectación sobre el conjunto habitacional, así como sus implicaciones geotécnicas.

1.2 MÉTODO DE TRABAJO

Se recomendó la realización de un estudio geofísico aplicando el método de georadar, el cual permitirá definir el comportamiento de estos agrietamientos a profundidad en el subsuelo del predio. Se planteó que la exploración se llevara a cabo con dos antenas; con la de 250 MHz para explorar entre los 8 y 11 m de profundidad y definir el comportamiento superficial de las grietas, mientras que con la de 100 MHz; ver el comportamiento de estas hasta aproximadamente 24 m de profundidad.

Originalmente se contempló la realización de 500 m (horizontales) de exploración con georadar, pero fue necesario cambiar la distribución en el predio, ya que se observó que, efectivamente, dentro del predio hay evidencias de agrietamientos y en varios puntos de la barda perimetral, por lo que se decidieron las posiciones de la exploración en conjunto con la Ing. Ana Reyes y el Ing. Francisco Paniagua.

Se contemplaron 4 líneas con la antena de 250 MHz y 4 líneas con la antena de 100 MHz. En la tabla siguiente se presentan: la longitud de cada una de las 8 líneas exploradas. En el plano 1 su localización, mientras que en los planos 2, 3 y 4 se pueden observar sus radagramas e interpretación de cada una de ellas (fotografías 1 a 16).

Antena de 250 MHz		Antena de 100 MHz	
No. DE LÍNEA	DISTANCIA (m)	No. DE LÍNEA	DISTANCIA (m)
1	45.75	1	48.20
2	98.30	2	98.55
3	48.55	3	48.65
4	62.75	4	62.35
TOTAL 1	255.35	TOTAL 2	257.75
GRAN TOTAL 1 + 2		513.10	



Se realizaron un total de **513.10 m (QUINIENTOS TRECE METROS CON DIEZ CENTÍMETROS)** lineales de exploración con georadar, de los 500 m originalmente planeados. Existiendo un excedente de 13.1 metros más. Su ubicación se puede observar en el plano 1. (Fotografías 1 a 16)

Finalmente se definió la ubicación de las diferentes discontinuidades del subsuelo definidas y ubicadas en los planos respectivos para su visualización en conjunto. El presente informe describe las actividades realizadas, así como los resultados obtenidos, fotografías y planos correspondientes.

- Procesamiento e interpretación de la información

Es importante señalar que, atendiendo a las características del predio y a la constitución de su subsuelo, se observaron ciertas condiciones de heterogeneidad y discontinuidad del mismo, que tuvieron que ser consideradas en la interpretación de los resultados aquí presentados.

En el plano 1, se ilustra la localización de cada una de las líneas realizadas, la ubicación y la extensión de las anomalías asociadas a la presencia y continuidad del agrietamiento. En los planos (2 a 4) se presentan los radagramas procesados e interpretados, asociando los resultados a los tipos de materiales del subsuelo, así como a la presencia de las discontinuidades del subsuelo asociadas al agrietamiento.

La información recolectada en cada una de las líneas, pasó por una serie de procesos y análisis, para llegar a determinar la distribución de los diferentes materiales del subsuelo y de las anomalías asociadas a las diferentes condiciones del subsuelo de las áreas estudiadas. Para el procesamiento de los radagramas se usó el siguiente software: Ground Vision V 1.4.3. (Sweden 2004 y 2013), Reflex V 3.5 (Germany 2005), IXGPR V2.3 (USA 2007).



En el Anexo A, se presenta una breve descripción del método empleado, el cual incluye los principios físicos en los cuales se fundamenta, el equipo empleado y un apartado que describe el procesamiento de la información.

En el Anexo B se observan las fotografías tomadas durante el proceso de levantamiento en campo.

2. RESULTADOS

Después del procesado de la información e interpretación de la misma de cada una de las 8 líneas realizadas se observó lo siguiente:

Se definieron una serie de anomalías, que clasificaron en DOS grupos atendiendo a su forma, ubicación, extensión y profundidad. (Planos 2 a 4).

No hay que olvidar que se usaron dos antenas, la de 250 MHz; para llegar hasta los 11 m, mientras que la de 100 MHz; para ver el comportamiento de las grietas hasta los 24 m.

Al hacer la clasificación de los tipos de anomalías y materiales asociados se consideraron las respuestas de ambas antenas, haciendo hincapié que con la de 250 MHz, se observa un mejor detalle los agrietamientos superficiales. Mientras que con la de 100 MHz, se pudieron hacer importantes observaciones; como es el caso de las líneas 1 y 3; en las que se observa la presencia de grietas que aún no salen a la superficie, estas se encuentran en proceso de formación entre los 10 y 24 m de profundidad (profundidad de observación).

El **Primer Grupo** lo constituye la litología que se presenta en el predio, esta diferenciada en los radagramas con líneas gruesa de color amarillo (—), en posición semihorizontal, la cual define su posición estratigráfica, así como la forma en que se depositaron los sedimentos de tipo lacustre e ígneo que constituyen el subsuelo del predio, ver la siguiente tabla.



LEYENDA	
M 1	RELLENO
M 2	ARCILLA y/o ARCILLA LIMOSA

En este caso estamos hablando de una alternancia de materiales de tipo arcilloso y arcillo limoso, casi desde la superficie hasta los 24 m de profundidad dependiendo de la zona del predio. Se define un primer horizonte denominado **M1**, el cual corresponde a un relleno heterogéneo constituido por escombros de construcción y relleno colocado para dar el nivel a zonas donde han existido daños hace tiempo, principalmente en la Línea 2.

Le subyace una alternancia de materiales denominados **M2**, asociados ya al terreno natural de tipo arcilloso y arcillo-limoso desde la superficie hasta los 24 m de profundidad dependiendo de la zona del predio.

Se observa que estos materiales por su origen lacustre y su depositación en un ambiente “tranquilo y/o estable” deberían de ser homogéneos, horizontales y continuos sin ningún tipo de heterogeneidades laterales; pero esto no ocurre en el predio, ya que en las 8 líneas realizadas dentro del predio se observan importantes discontinuidades laterales, que se asocian a la presencia de agrietamientos superficiales, profundos y verticales.

El **Segundo Grupo**; lo constituyen anomalías de forma alargada semi verticales que se observan en casi todas las líneas, que están asociados a materiales heterogéneos dentro de los estratos, que quizá, sean materiales removidos y/o disgregados por los agrietamientos y su movimiento, presentando intensas irregularidades en su continuidad lateral. Se marcaron con líneas discontinuas color verde (---) las grietas superficiales y en color cian (---) las profundas.

En el plano 1, en planta, se identifica de igual manera marcando con rectángulos achurados del mismo color () r  mente

Estas anomalías que se interpretan como grietas francas y zonas de agrietamiento, es decir, son materiales que presentan un desplazamiento vertical y existen discontinuidades marcadas lateralmente en pequeñas distancias, así como una continuidad en las líneas paralelas adyacentes (Líneas 1, 3 y 4).



Esto es muy marcado en las líneas que se hicieron inicialmente para la calibración del estudio (Línea 1). Estas anomalías se marcaron en el plano 1 en planta a escala y en su correspondiente ubicación con respecto a los cadenamientos que tienen su posición en cada línea y/o tramo de línea, conservando el mismo achurado color verde.

Es importante señalar que, dentro de este grupo de anomalías asociadas a los agrietamientos del suelo, existen algunas que tienen una importante deformación de los estratos, así como desplazamientos verticales, que se pueden correlacionar con la orientación de las grietas observadas físicamente en el predio; van de Oriente a poniente e incluso fuera del predio.

Los agrietamientos son visibles en las zonas ya mapeadas y en las que están cubiertas por rellenos y los edificios, así como por sus efectos en las bardas largas colindantes al poniente y norte respectivamente, ya en el terreno se observan sobre todas las líneas de Georadar realizadas la presencia de estas grietas.

3. CONCLUSIONES

Del presente estudio se desprenden las siguientes conclusiones:

- *Se definieron Dos Grupos de anomalías con el georadar:*
 - *El Primero asociado a la estratigrafía del sitio.*
 - *El Segundo asociado a la presencia de heterogeneidades (El subsuelo no es continuo ya que la señal del georadar se distorsiona, implicando que el material no es constante y/u homogéneo, ya que seguramente es material muy “movido” producto de la intensidad del movimiento del subsuelo dentro de las zonas agrietadas.*
 - *Lo forman anomalías asociadas a agrietamientos mayores. Presentan importantes deformaciones en los estratos, así como desplazamientos verticales, observándose que tiene una importante continuidad lateral en las líneas paralelas adyacentes, que se puede correlacionar con los agrietamientos que se encuentran en la barda perimetral del predio. Se les denominó como principales, en todos los casos forma bloques cerrados, que indican cómo se han movido, tiene un ancho de 0.5 a 2.5 metros, pero no implica que estén abiertos en toda esta dimensión, sino que es una zona de afectación del agrietamiento, pero en algunos casos son mayores.*
 - *Se identificaron grietas en proceso de formación profunda; como es el caso de las líneas 1 y 3; en las que se observa la presencia de estas grietas que aún no salen a la superficie, se encuentra entre los 10 a 24 m de profundidad.*
- *Se observa la presencia de un sistema de fracturamiento del suelo con dirección Este-Oeste, no solo dentro del predio, sino también fuera de este, implicando un movimiento del agrietamiento a nivel regional con daños en otras bardas perimetrales.*



- *Esta información debe ser complementada con un estudio de mecánica de suelos a detalle, así como por la supervisión de un ingeniero geotecnista para definir los mecanismos de mitigación del efecto del agrietamiento en la infraestructura que se planea intervenir.*
- *Bajo los nuevos lineamientos establecidos por el gobierno de la Ciudad de México, esta es una zona de alto riesgo para la construcción de viviendas, siendo este problema de grietas prácticamente permanente.*

ANEXO 1

MÉTODO DE GEORADAR

INTRODUCCION.

El Radar de Penetración Terrestre (GPR) es un método de estudio geofísico de exploración que proporciona un perfil continuo del sitio. Es relativamente rápido de realizar y se puede obtener información desde unos cuantos centímetros hasta decenas de metros.

El método se empleó exitosamente en los 60's en la investigación de capas de hielo en Groenlandia y a partir de entonces se empezó a utilizar para la búsqueda de cables, tuberías, etc. Dando como resultado un rápido desarrollo de nuevos equipos, así como también su aplicación en otros campos.

PRINCIPIOS TEORICOS.

Los principios básicos del Radar de Penetración Terrestre (GPR) son muy simples, la antena transmite un impulso electromagnético corto de radiofrecuencia a través del terreno y cuando el pulso encuentra una interfase electromagnética, parte de la energía es reflejada mientras el resto se refracta siguiendo su viaje a través del medio hasta encontrar otra interfase. El sistema medirá el tiempo transcurrido entre la onda transmitida y la onda reflejada, proceso que se repite en intervalos cortos de tiempo mientras la antena esta en movimiento mostrando la señal de salida como trazas consecutivas formando un perfil continuo del medio llamado radagrama (fig. 1)

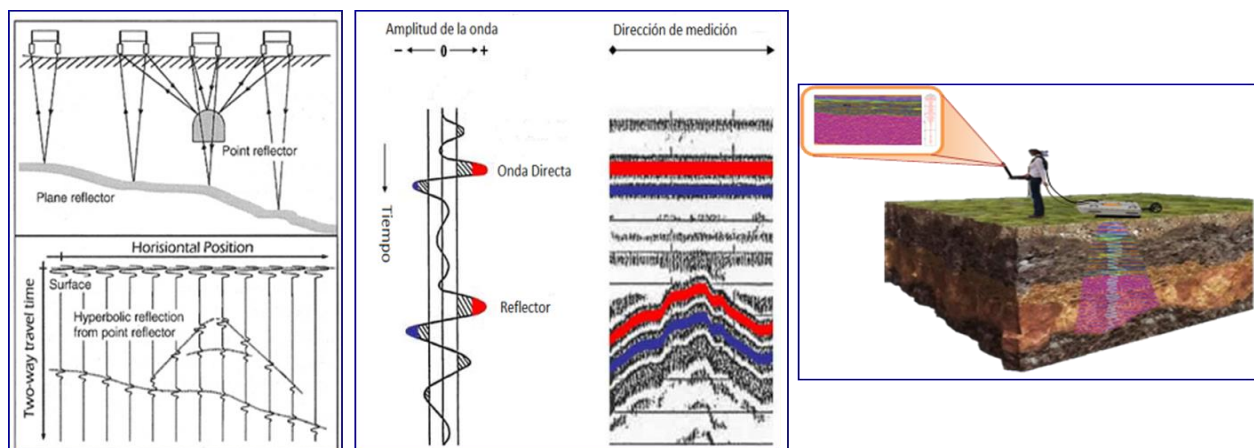


Figura 1: Principio de medición del Radar de Penetración Terrestre, muestra de una traza individual y el despliegue de las múltiples trazas formando una imagen, y procedimiento en



La velocidad de propagación de onda y la reflexión son afectadas por la constante dieléctrica (la capacidad de un material para retener o almacenar una carga cuando un campo eléctrico es aplicado) y la susceptibilidad magnética del medio (es la medida de que tanto puede ser magnetizado un material). La conductividad eléctrica (es la capacidad de un material para conducir la corriente eléctrica) del medio contribuye a la atenuación de la onda ya que cuando se tiene una conductividad alta las condiciones para el trabajo con radar se dificultan p. e. arcilla húmeda, lutita húmeda, etc., las mejores condiciones para el trabajo con radar se presentan cuando tenemos una conductividad media o baja p. e. agua dulce, hielo, nieve, arena, arcilla seca, basalto, concreto, asfalto, granito, caliza, aire, etc.

PROCESAMIENTO E INTERPRETACION DE DATOS

La interpretación y el procesamiento de los sondeos es la fase del trabajo que requiere más tiempo y experiencia. El objeto de la interpretación es identificar el origen de las reflexiones y los cambios que presenten por lo que es importante conocer de antemano cual es el objetivo del trabajo para saber que es lo que se esta buscando. Dentro de este proceso los datos de los perfiles son sujetos a procesos de filtrado variación de ganancia, deconvolución y migración. Las amplitudes de interés pueden ser enfatizadas utilizando colores o mostrar los barridos en formato wiggle (formato sísmico) o bien ambas al mismo tiempo.

La Deconvolución es un filtrado especial que se utiliza para incrementar la resolución y suprimir múltiples en los datos, mientras que la Migración es un tipo de procesamiento que enfoca el patrón de radiación de la antena proporcionando una imagen más exacta de los objetos del subsuelo eliminando las distorsiones causadas durante la adquisición de datos. Finalmente, los datos ya interpretados se pueden presentar en color, y/o en tonos de grises y azul en formato wiggle o bien la combinación de este ultimo con los dos primeros.

PARAMETROS DE CAMPO

Para poder llevar a cabo un levantamiento con Georadar es importante tener conocimiento del sitio y saber que es lo que se esta buscando, profundidad y dimensiones del objeto, para que de esta forma se haga una buena selección de la antena, de los parámetros a utilizar y el diseño de la exploración.

EQUIPO EMPLEADO

- Radar Mca MALA GEOSCIENCE MOD. X3M (Fotografía 17 y 18)
- Antenas de 250 y 100 M Hz.
- Computadora portátil para la captura de datos.



ANEXO

FOTOGRAFICO



FOTOGRAFÍA 1
Exploración con GEORADAR (antena de 250 MHz), Línea 1 F1.



FOTOGRAFÍA 2
Exploración con GEORADAR (antena de 250 MHz), Línea 1 F2.



FOTOGRAFÍA 3
Exploración con GEORADAR (antena de 250 MHz), Línea 2 F1.



FOTOGRAFÍA 4
Exploración con GEORADAR (antena de 250 MHz), Línea 2 F2.



FOTOGRAFÍA 5
Exploración con GEORADAR (antena de 250 MHz), Línea 3 F1.



FOTOGRAFÍA 6
Exploración con GEORADAR (antena de 250 MHz), Línea 3 F2.



FOTOGRAFÍA 7
Exploración con GEORADAR (antena de 250 MHz), Línea 4 F1.



FOTOGRAFÍA 8
Exploración con GEORADAR (antena de 250 MHz), Línea 4 F2.



FOTOGRAFÍA 9
Exploración con GEORADAR (antena de 100 MHz), Línea 1 F1.



FOTOGRAFÍA 10
Exploración con GEORADAR (antena de 100 MHz), Línea 1 F2.



FOTOGRAFÍA 11
Exploración con GEORADAR (antena de 100 MHz), Línea 2 F1.



FOTOGRAFÍA 12
Exploración con GEORADAR (antena de 100 MHz), Línea 2 F2.



FOTOGRAFÍA 13
Exploración con GEORADAR (antena de 100 MHz), Línea 3 F1.



FOTOGRAFÍA 14
Exploración con GEORADAR (antena de 100 MHz), Línea 3 F2.



FOTOGRAFÍA 15
Exploración con GEORADAR (antena de 100 MHz), Línea 4 F1.



FOTOGRAFÍA 16
Exploración con GEORADAR (antena de 100 MHz), Línea 4 F2.



FOTOGRAFÍA 17
Equipo de GEORADAR (Antena de 250MHz, CPU y computadora Lap Top).



FOTOGRAFÍA 18
Equipo de GEORADAR (Antena de 100MHz, CPU y computadora Lap Top).



PLANOS