

MÉTODO DE MEDICIÓN DE MICROTREPIDACION EN ARREGLOS MULTICANAL (MAM)

I. RESUMEN

El método MAM o Medición de Microtrepidaciones en Arreglos Multicanal es un método pasivo de exploración geofísica basado en el análisis de las vibraciones ambientales, es decir utiliza como fuente el ruido ambiental, en arreglos predeterminados y mediante el análisis de dispersión de éstas, determinar el perfil de velocidades de ondas S. Para ello, este método analiza las propiedades de dispersión de los modos fundamentales de las ondas Rayleigh, las cuales se propagan a lo largo de la superficie a los receptores (Park et al., 1999).

No se requiere la utilización de una fuente externa de energía, como en los ensayos de Refracción Sísmica y MASW. Se utiliza un arreglo instrumental bidimensional sobre la superficie.

II. MÉTODO MAM

El método MAM o Análisis de Microtrepidaciones en Arreglo Multicanal, consiste en monitorear vibraciones ambientales, en arreglos predeterminados y mediante el análisis de dispersión determinar el perfil de velocidades de ondas S (V_s).

La combinación de los métodos MASW y MAM, permiten obtener perfiles de velocidades de ondas S (V_s) hasta profundidades promedio de evaluación entre 50 m a 80 m.

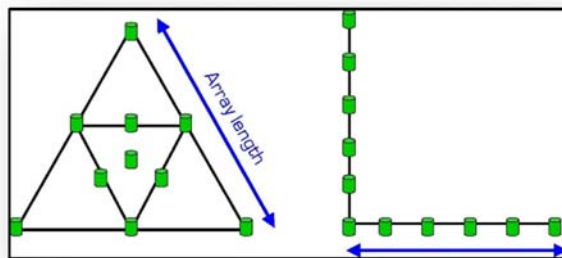


Fig. 01: Arreglos de Geófonos

Este método permite determinar la estratigrafía del subsuelo bajo un punto en forma indirecta, basándose en el cambio de las propiedades dinámicas de los materiales que la conforman, obteniéndose el perfil de velocidad de onda de corte (V_s) para el punto central de dicha línea.

El esquema muestra que las ondas superficiales de longitud de onda más corta reflejan la velocidad de la onda de corte (V_s) superficial y las más largas reflejan la velocidad de la onda de corte (V_s) más profunda. El perfil de la onda de corte (V_s) puede calcularse midiendo la velocidad de fase para diferente longitud de onda (frecuencia).

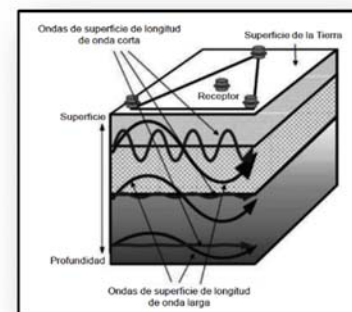


Fig. 02: Longitud de la onda S a diferentes profundidades

El método MAM, al igual que el ensayo MASW, utiliza un sistema de registro multicanal para estimar la velocidad de la onda S cerca de la superficie, utilizando los registros de ondas Rayleigh de alta frecuencia. Esta técnica consiste en:

1. La adquisición de ondas superficiales de alta frecuencia (*ground roll*, también denominadas ondas Rayleigh) utilizando un sistema de registro multicanal de banda ancha;
2. Creación de algoritmos organizados, eficaces y precisos en una sencilla secuencia de procesamiento de datos diseñada para extraer y analizar la curva de dispersión de la onda Rayleigh; y
- 3 El desarrollo de algoritmos de inversión estables y eficientes para obtener los perfiles de la velocidad de la onda S.

III. EQUIPO UTILIZADO

El equipo utilizado para realizar los ensayos de medición de ondas superficiales en arreglos multicanal (MASW) incluye principalmente lo siguiente:

SISMÓGRAFO:



Es un adquisidor digital multicanal de 12 a 24 canales de entrada, existen diferentes marcas ABEM Terraloc Pro, BISON, Pasi, Gisco, Geometrics, etc. La marca más utilizada, Geometrics, tiene los siguientes modelos: Geode, ES-3000, StrataVisor NZ XP o SmartSeis SE entre otros.

Fig. 03: Sismógrafo modelo GEODE

SENSORES/GEÓFONOS:



Se recomienda geófonos verticales con una frecuencia natural de 4.5 Hz, porque las ondas superficiales tienen una banda ancha global relativamente más baja en comparación con las refracciones y reflexiones que normalmente requieren frecuencias más altas, tales como 28 Hz.



Fig. 04: Geófonos de 4.5 Hz

Fig. 05: Geófono de 28 Hz

CABLE DE REFRACCIÓN:



También conocido como cable conector de geófonos, en este cable de refracción irán conectados los geófonos de 4.5 Hz. a lo largo del arreglo de geófonos que se está proyectando.

Fig. 06: Cable de Refracción

FUENTE:

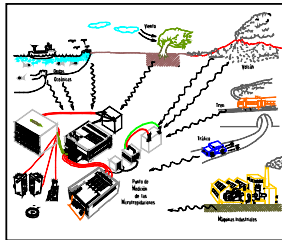


Fig. 07: Ruido Ambiental
 (Fuente CISMID)

Utilizamos como fuente el ruido ambiental puesto q las microtrepidaciones están constituidas por la vibración natural o ambiental del terreno generada por una gran variedad de fuentes naturales o artificiales tales como: Microtrepidaciones, Microsismos, Tremors volcánicos, Fábricas, Tráfico automotriz, entre otros.

BATERIA DE 12 VOLTIOS



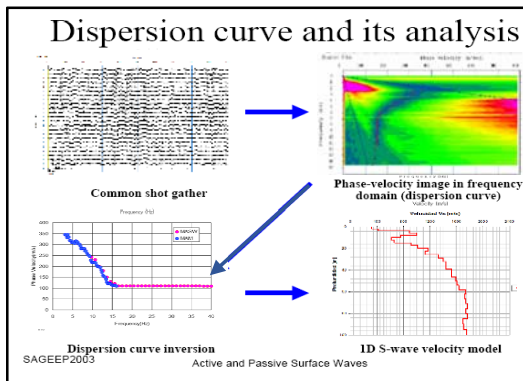
Fig. 08: Batería 12 voltios
 (Marca Bosh)

GEORYS Ingenieros S.A.C. cuenta con 3 Baterías para respaldar un buen trabajo en campo, son baterías de alta densidad de energía, excelente rendimiento y completamente selladas a prueba de fugas, con un voltaje de entrada de corriente continua de 12 Voltios), con la magnitud y frecuencia deseada



Fig. 09: Baterías 12 voltios

SOFTWARE DE ANÁLISIS DE DATOS:



Se utiliza el Software SeisImager/SW-1D para la obtención de perfiles sísmicos unidimensionales de ondas de corte (MAM).

Fig. 10: Software de procesamiento de ensayo MAM

IV. ADQUISICION DE DATOS

A diferencia de los métodos de onda de superficie activa, la Medición de Microtrepidaciones en Arreglos Multicanal (MAM) no requiere de ninguna fuente de excitación, utiliza un arreglo instrumental bidimensional sobre la superficie, tales como arreglos en forma de L, triángulo, círculo o en cruz.

La profundidad típica de investigación para la Medición de Microtrepidaciones en Arreglos Multicanal (MAM), depende del tamaño de los arreglos, siendo la profundidad máxima alcanzada de 60 a 80 m generalmente. Solo en algunos casos especiales, se ha llegado a profundidades iguales ó mayores a 100 metros

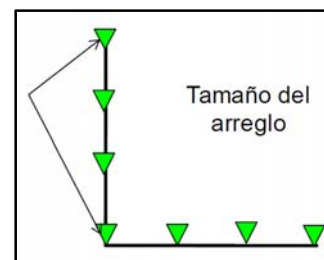




Fig. 11: Tendido de cable de Refracción

Los trabajos de campo que se realiza para el ensayo MAM, se define primero el eje del sondaje sísmico, luego se procede a instalar los geófonos y los cables de conexión al equipo de adquisición de datos (GEODE).

El espaciamento entre geófonos se define en función de la profundidad de exploración requerida y del área libre disponible en la zona de trabajo.

Instalamos el adquisidor de datos (GEODE) en una superficie limpia y plana, luego colocamos los respectivos cables como son:

- ✓ Cable de Red, el cual también va conectado a un adaptador y al puerto de red de una laptop.
- ✓ Cable alimentador de energía que va conectada a una batería de 12 V.
- ✓ Cable de Refracción en el cual se instalaran los geófonos.



Fig. 13: Instalación del Geode

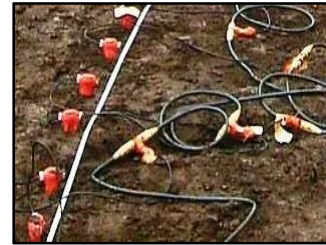


Fig. 12: Conexión del Geófono al cable de Refracción

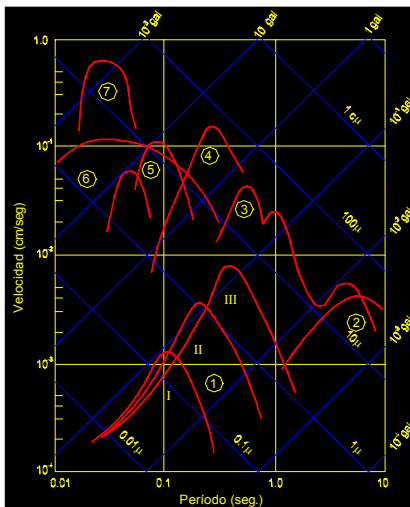


Fig. 14: Periodo predominante de los diferentes tipos de ruido ambiental (CISMID)

En este caso, la fuente de energía utilizada para las ondas sísmicas es el ruido ambiental del terreno, generada por una gran variedad de fuentes naturales o artificiales tales como:

1. Microtrepidaciones,
2. Microsismos,
3. Tremors volcánicos,
4. Fábricas,
5. Tráfico automotriz,
6. Tren, y
7. Golpe sobre pilotes.

El equipo de refracción sísmica de GEORYS Ingenieros S.A.C. cuenta con un adquisidor de datos de 24 canales, con 24 geófonos, 2 cables de refracción, de 5 m y 15 m de espaciamento máximo entre ellos, dando una longitud total de 120 m y 360 m respectivamente.



Fig. 15: Cable de refracción con 5 m de espaciamento entre geófonos

V. APLICACIONES

- ✓ Permiten obtener velocidad de ondas de corte hasta profundidades mayores que el ensayo de Masw (50 m a 80 m).
- ✓ Medición de otros parámetros para la ingeniería y geotecnia, como el módulo de corte.
- ✓ Permiten detectar estratos de suelos más blandos entre estratos más rígidos.
- ✓ Determinación de morfologías y espesores de las capas del subsuelo (suelos, roca).
- ✓ Estado de compactación y fracturación de los materiales.
- ✓ Estimación de módulos elásticos de deformación.
- ✓ Microzonificación sísmica de ciudades.

VI. VENTAJAS

- ✓ Mayor profundidad de investigación.
- ✓ Posee un bajo costo en comparación con otras técnicas como el Down Hole y Cross Hole.
- ✓ Permite detectar inversiones de velocidad de ondas de corte.
- ✓ Permite la optimización de los esquemas de diseño de las edificaciones.
- ✓ Permite la descripción estratigráfica sísmica y la profundidad de los estratos sísmicos por medio de la comparación de las ondas de corte.
- ✓ Permite hacer estudios para estabilidad de taludes, estudios de canteras, estudios para presas de agua, relaves, botaderos de minerales, diseño de puentes, etc
- ✓ Permiten cubrir grandes áreas en corto tiempo y a un precio razonable.
- ✓ Constituye una alternativa muy económica para la evaluación de los parámetros elásticos del suelo de fundación, conjuntamente con los estudios de refracción sísmica.
- ✓ Sencilla y fácil implementación.
- ✓ Usa el ruido ambiental como fuente de excitación.
- ✓ Constituye una alternativa muy económica para la evaluación de los parámetros elásticos del suelo de fundación, conjuntamente con los estudios de refracción sísmica.

VII. DESVENTAJAS

- ✓ Presenta limitaciones impuestas por la física de propagación de ondas, difracciones, contaminación con ruidos externos muy cercanos, producto de perforaciones, tránsito de maquinaria pesada, lo que redundará en una mala calidad de los datos de adquisición.
- ✓ Sólo permite diferenciar las capas del subsuelo que presenten mayor contraste de velocidad y mayor espesor. En el caso de suelos con capas intermedias de menor velocidad el método si las puede visualizar, siempre y cuando estas capas sean de regular espesor, no va a poder detectar lentes de material muy delgados
- ✓ En la práctica el ensayo MAM está limitado a profundidades de 50 m a 80 m, en algunos casos, esta profundidad de investigación puede aumentar, dependiendo de las características de suelo. Sin embargo, hay casos en que el ensayo MAM no funciona, debido a múltiples interferencias, como que los geófonos no pueden colocarse adecuadamente al terreno, existen ruidos ambientales muy cercanos que ingresan a la señal, impidiendo su adecuado procesamiento, etc.
- ✓ Este ensayo está limitado por la disponibilidad de zonas descubiertas con suficiente extensión. La longitud del tendido en superficie está directamente relacionada con el alcance de la exploración en profundidad.
- ✓ Para el ensayo MAM, la zona donde se coloquen los geófonos no debe de tener una diferencia de cotas muy pronunciada, es decir, debe de ser una zona casi plana.
- ✓ Por ser métodos indirectos, se debe verificar su aproximación mediante perforaciones u otro ensayo directo.