

SEGOB

SECRETARÍA DE
GOBERNACIÓN



Coordinación Nacional de Protección Civil
Centro Nacional de Prevención de Desastres
Dirección de Investigación
Subdirección de Riesgos Sísmicos

NOTA INFORMATIVA

“ESTUDIO DE VIBRACIÓN PARA UN EDIFICIO UBICADO EN LA AV. BARRANCA DEL MUERTO NO.209, CDMX”

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES
CENAPRED
COORDINACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL MÉXICO
SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

Elaboró:

Emmanuel Ramírez Álvarez
Subdirección de Riesgos Sísmicos

Colaboró:

Subdirección de Riesgos Estructurales
Dirección de Instrumentación y Cómputo

Ciudad de México, Mayo 2018

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Objetivos.....	4
1.3 Alcances	4
1.4 Localización del proyecto.....	4
2. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN	5
2.1 Puntos Medidos.....	5
2.2 Metodología de medición y análisis	5
3. RESULTADOS.....	6
4. CONCLUSIONES	13
REFERENCIAS	13

RESUMEN

Después del sismo del 19 de septiembre de 2017, de magnitud 7.1 y, que afectó a las 16 delegaciones de la Ciudad de México. Como parte de las medidas post-sismo implementadas por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), se realizó el análisis de los registros de vibración ambiental, tomados en un edificio ubicado sobre la Av. Barranca del Muerto No. 209 en la Ciudad de México.

La metodología empleada fue; realizar mediciones de ruido ambiental en puntos específicos de distintos niveles, con diferentes tiempos, dentro de la estructura, con un equipo BASALT el cual mide aceleración.

La determinación experimental de los periodos fundamentales de vibrar del edificio, siempre que se realicen con los métodos y equipos adecuados, son de utilidad para la evaluación de la salud estructural, permite hacer evaluaciones cuantitativas de las excitaciones impuestas por los sismos a las estructuras, además de las respuestas de las mismas. Con estos valores se puede calibrar el modelo estructural, para tener una buena idea de las condiciones de flexibilidad o rigidez.

En el capítulo 2, se presentan los procedimientos y la distribución de los puntos durante la adquisición de datos de vibración ambiental en el edificio.

En el capítulo 3, se presentan los resultados obtenidos del análisis de las señales para cada punto de medición.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El diseño de edificios requiere el uso de modelos matemáticos para predecir el comportamiento dinámico que pueden experimentar durante su vida útil; comúnmente, en ellos se consideran ciertas hipótesis de algunos aspectos estructurales, en los cuales existen grandes incertidumbres de su comportamiento real ante excitaciones dinámicas, entre los que destacan los efectos de interacción suelo-estructura, los efectos de torsión, la flexibilidad del diafragma de piso, la efectividad de las juntas constructivas junto a la participación de los elementos no estructurales (CENAPRED, 1999).

La importancia de la instrumentación sísmica de edificios, se sustenta en que permite hacer evaluaciones cuantitativas de las excitaciones impuestas por los sismos a las estructuras y de las respuestas de las mismas. El objetivo del estudio de edificios es contribuir a la comprensión de su respuesta dinámica ante sismos de gran intensidad, que es precisamente para estos casos donde subsisten las mayores controversias, ello conducirá a mejorar los criterios de diseño y evaluación estructurales (Alcántara *et al.*, 2002).

Actualmente existen tres tipos de pruebas experimentales para determinar las características dinámicas de las estructuras en escala real. Una de ellas basada en vibración utilizando el ruido del tránsito de vehicular, del empuje del viento y del uso de la estructura, denominada prueba de *vibración ambiental*. La segunda metodología es la prueba de *vibración forzada*, en la cual la estructura es excitada por una vibración constante con uno o más motores de vibración que tienen un control de velocidad preciso. Finalmente, la *prueba con registros sísmicos*, consiste en registrar por medio de acelerógrafos los movimientos provocados por los sismos.

1.2 *Objetivos*

Para este estudio se realizó la toma de registros de vibración ambiental, en un edificio de 14 niveles y dos sótanos ubicado en la Ciudad de México, con la finalidad de estimar sus periodos estructurales.

1.3 *Alcances*

Los alcances de este estudio se resumen en los siguientes párrafos:

- 1) Análisis de las señales de vibración ambiental para la determinación experimental de los periodos estructurales de vibrar y las condiciones de flexibilidad o rigidez que se presentan del edificio.

1.4 *Localización del proyecto*

La ubicación del edificio en análisis en la Ciudad de México se muestra en la Figura 1.1. Las coordenadas geográficas de la ubicación del edificio son: Long 99.183623°W, Lat 19.362052° N.

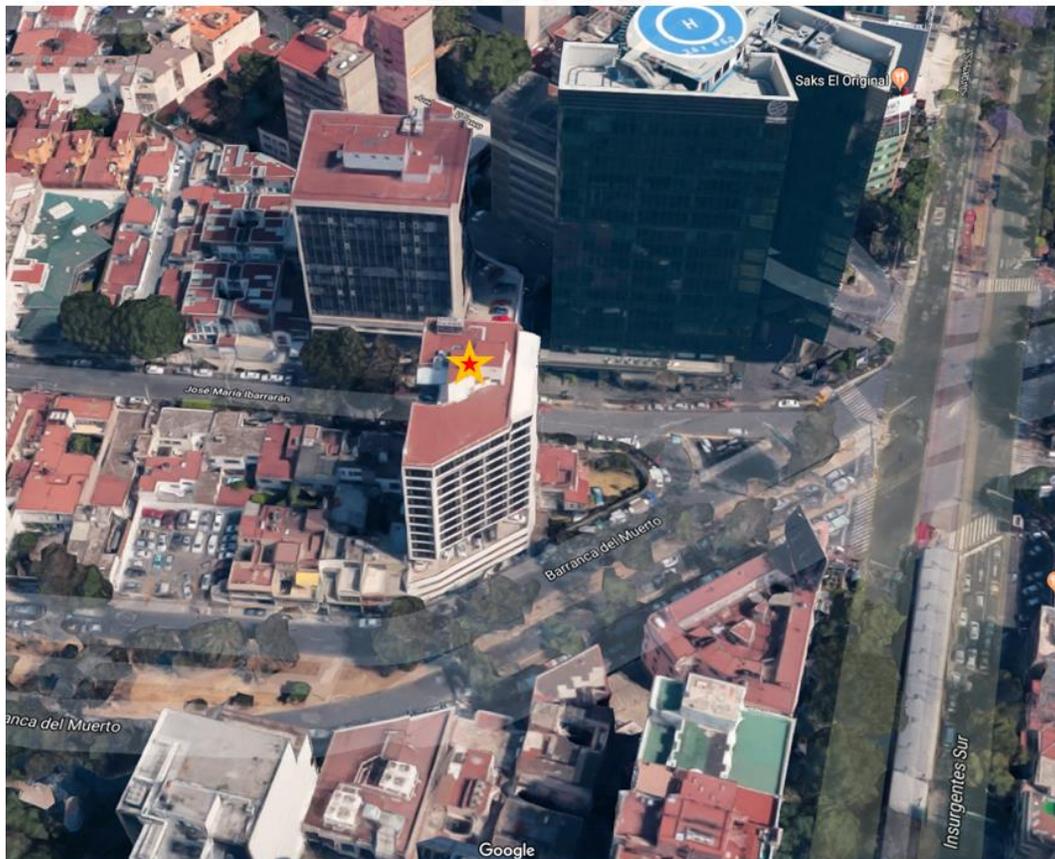


Figura 1.1 Ubicación del edificio en estudio dentro de la Cd de México.

2. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

Las mediciones fueron realizadas el día 03 de abril de 2018 con un acelerómetro, marca Kinematics de la serie BASALT, el cual contienen sensores que registran directamente los movimientos vibratorios en tres direcciones ortogonales en los puntos de medición seleccionados

2.1 Puntos Medidos

Para llevar a cabo el registro de las señales se seleccionaron 4 entresijos del edificio, los cuales fueron: Sótano, Planta baja (PB), Piso 5 y Azotea. En el nivel de azotea se midieron 5 ubicaciones: una al centro, una en la esquina Noreste (NE), una en la esquina Noroeste (NO), una en la esquina Sureste (SE) y una en la esquina Suroeste (SO), en los demás niveles se realizaron mediciones solo en el centro.

En las Figuras 2.1 y 2.2 se muestran el edificio y la ubicación de los puntos medidos por cada nivel. La orientación elegida del acelerómetro fue: canal x (longitudinal L, NS) coincide con la dirección longitudinal del edificio; mientras que el canal y (transversal T, EW) se orientó con la dirección transversal al del edificio.

2.2 Metodología de medición y análisis

Para el registro de las señales se colocó el equipo BASALT, las diferentes ubicaciones de los niveles: Sótano (Sot), Planta Baja (PB), Piso 5 (P5) y Azotea (Az).

Para cada ubicación se tomó tres registros de cinco minutos de duración. Cada señal registrada fue dividida en ventanas con duraciones de 20 s para calcular el espectro de Fourier de cada una de ellas. Esto se hizo tanto para la dirección longitudinal como para la dirección transversal, según la orientación seleccionada.



Figura 2.1. Ubicación en planta de los puntos en donde se tomaron registros de vibración ambiental.

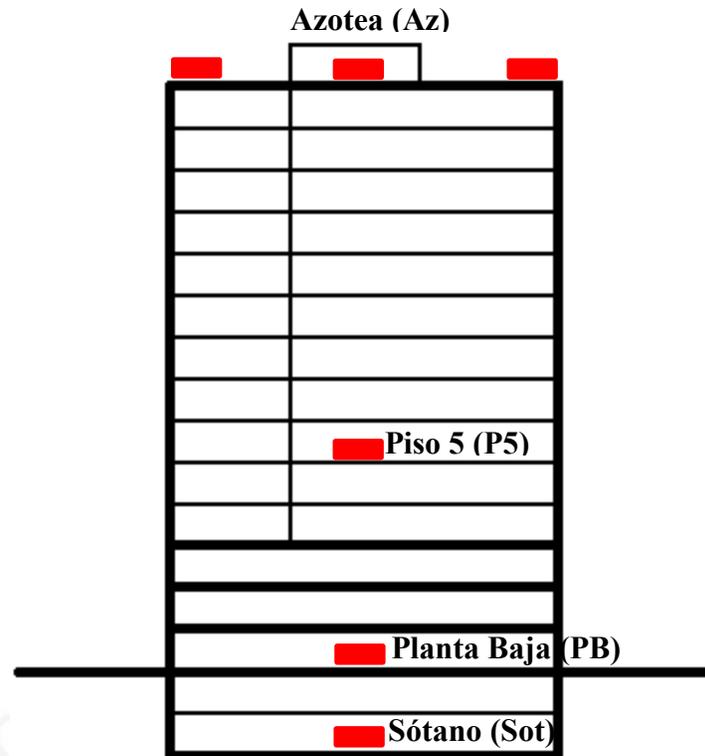


Figura 2.2. Croquis en planta del edificio y la ubicación de los puntos medidos por cada nivel.

De acuerdo con este análisis, los picos máximos de amplificación definidos en los espectros de Fourier, corresponden a las frecuencias naturales del punto donde se tomó el registro dentro del entrepiso y no pueden ser tomadas como los periodos fundamentales de la estructura.

Para la determinación de las características dinámicas (periodo fundamental de vibración y formas modales) del edificio es necesario realizar mediciones simultáneas de vibración ambiental entre distintos entrepisos y el sótano del edificio, tal y como lo recomiendan estudios recientes de análisis dinámico-estructurales con registros de ruido ambiental.

3. RESULTADOS

Utilizando el procedimiento explicado en el capítulo anterior se obtuvieron los resultados que se muestran en las Figuras 3.1 a 3.9. En estas figuras se muestran los Espectros de Fourier tanto en frecuencia (Hz, izquierda) y periodo (s, derecha), para cada punto de medición en cada entrepiso en las direcciones longitudinal (L) y transversal (T), de los registros obtenidos.

Espectros de Fourier en Frecuencia (Hz)

Espectros de Fourier en Periodo (s)

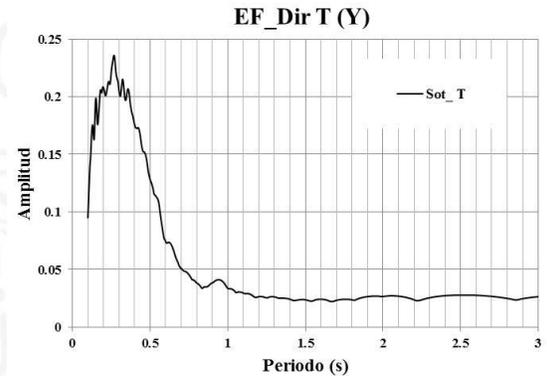
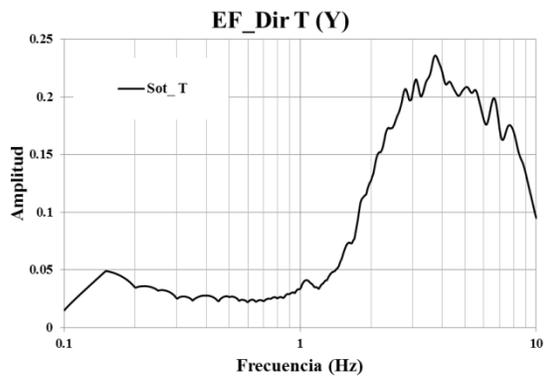
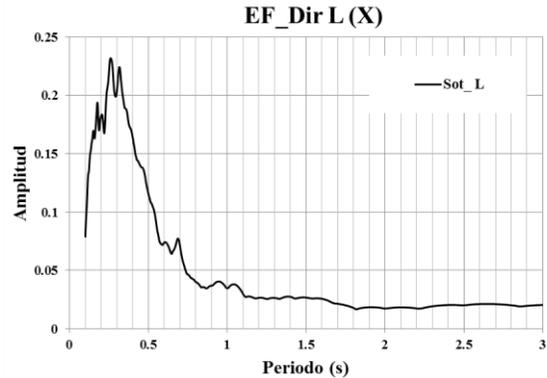
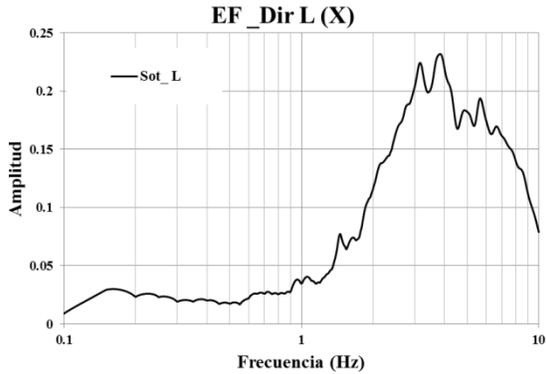
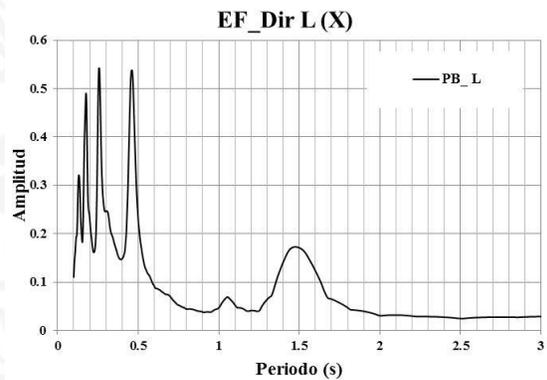
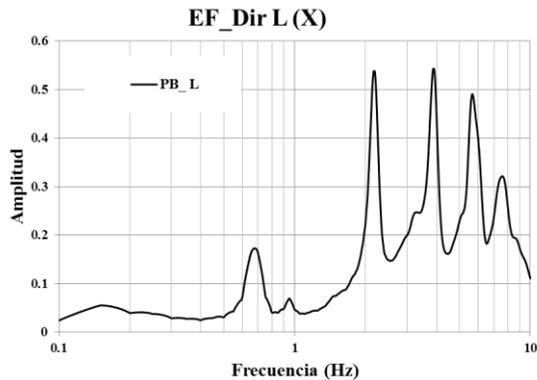


Figura 3.1 Espectros de Fourier de las direcciones NS (T) y EW (L), obtenidos con los registros del Sótano (Sot).

Espectros de Fourier en Frecuencia (Hz)

Espectros de Fourier en Periodo (s)



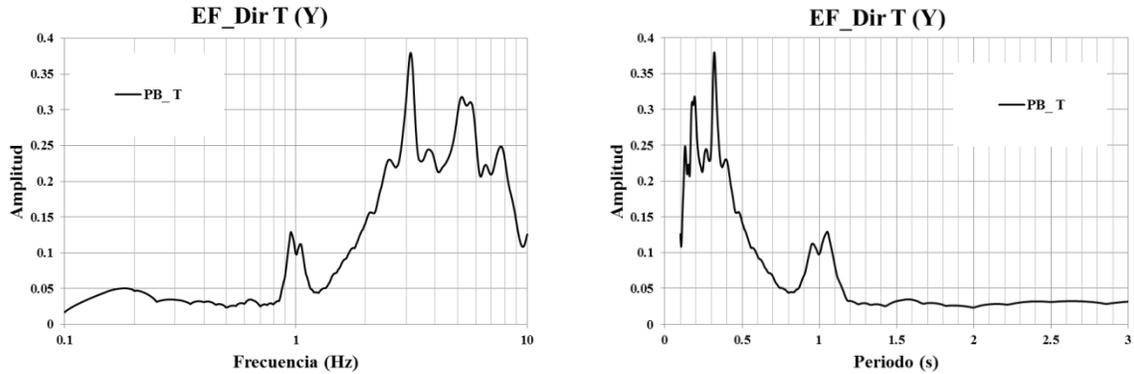


Figura 3.2 Espectros de Fourier de las direcciones NS (T) y EW (L), obtenidos con los registros de la Planta Baja (PB).

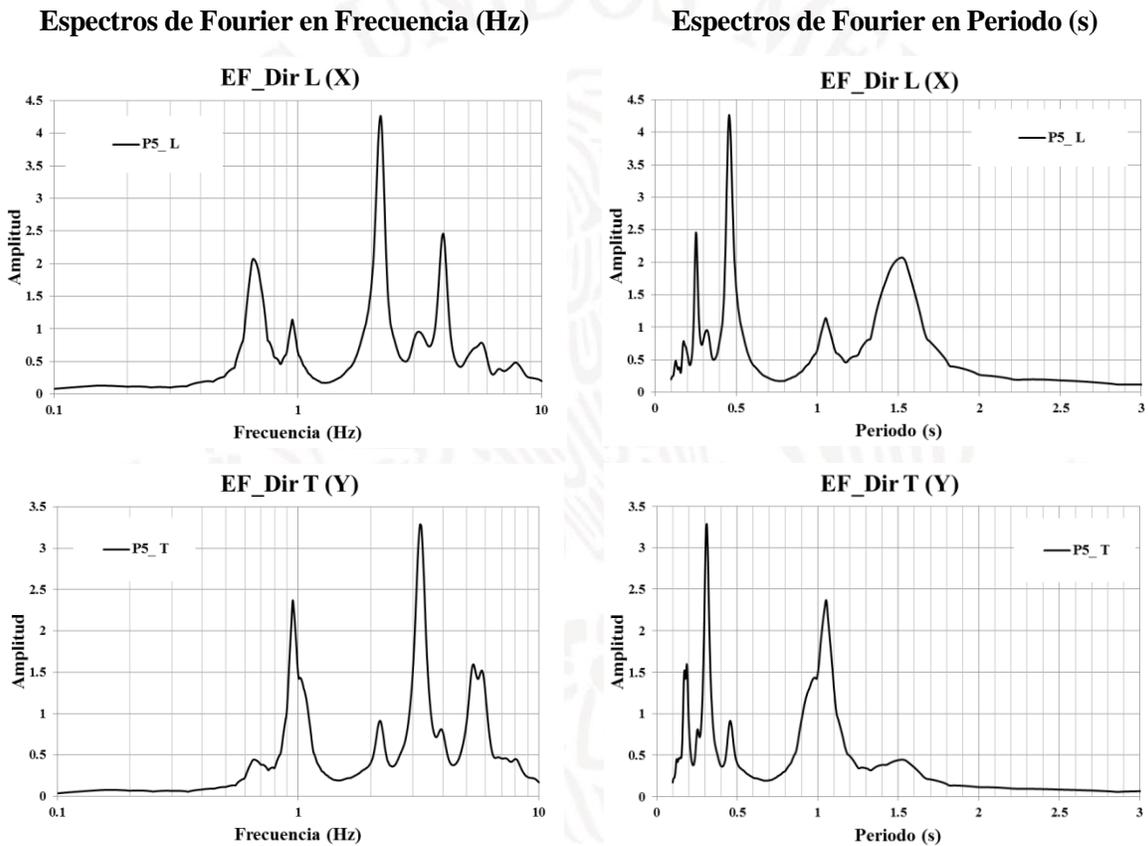


Figura 3.3 Espectros de Fourier de las direcciones NS (T) y EW (L), obtenidos con los registros del Piso 5 (P5).

Espectros de Fourier en Frecuencia (Hz)

Espectros de Fourier en Periodo (s)

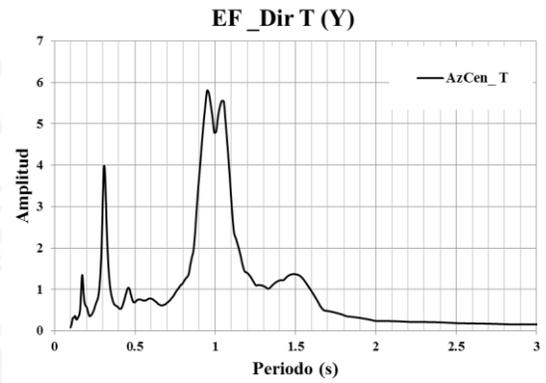
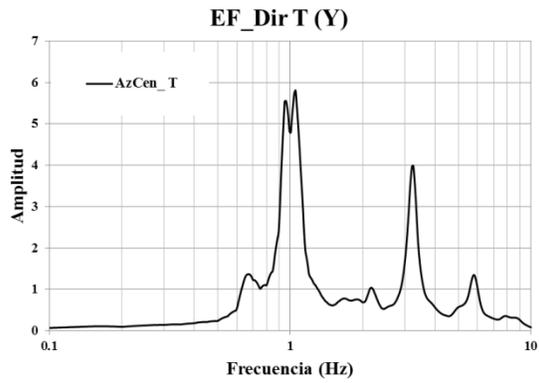
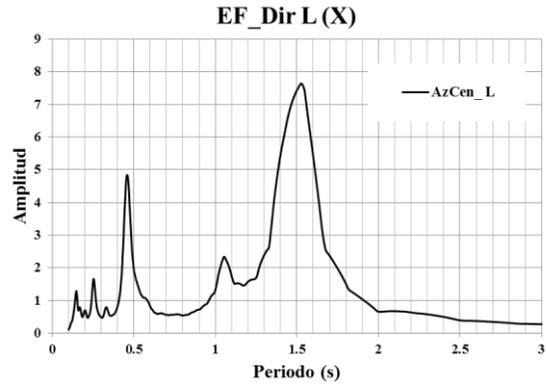
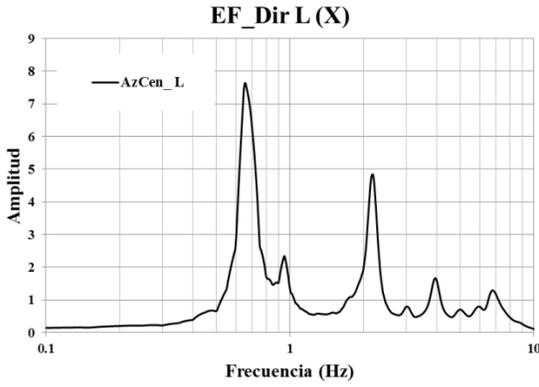
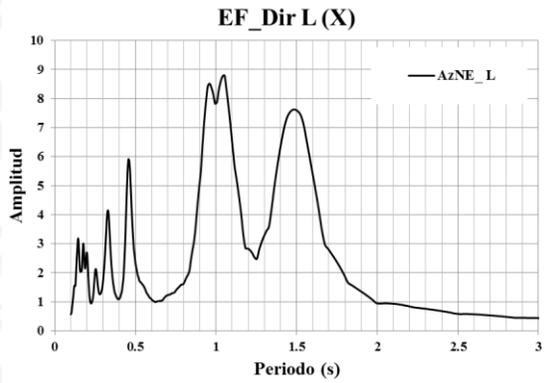
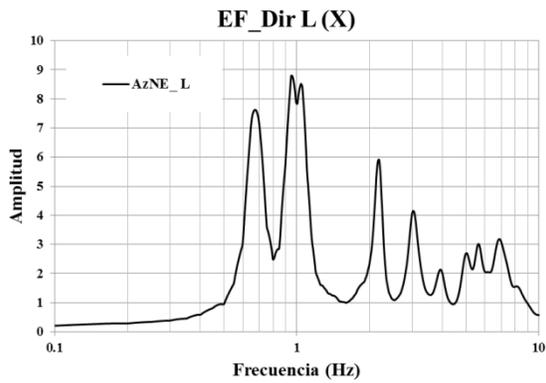


Figura 3.4 Espectros de Fourier de las direcciones NS (T) y EW (L), obtenidos con los registros de la Azotea Centro (Az C).

Espectros de Fourier en Frecuencia (Hz)

Espectros de Fourier en Periodo (s)



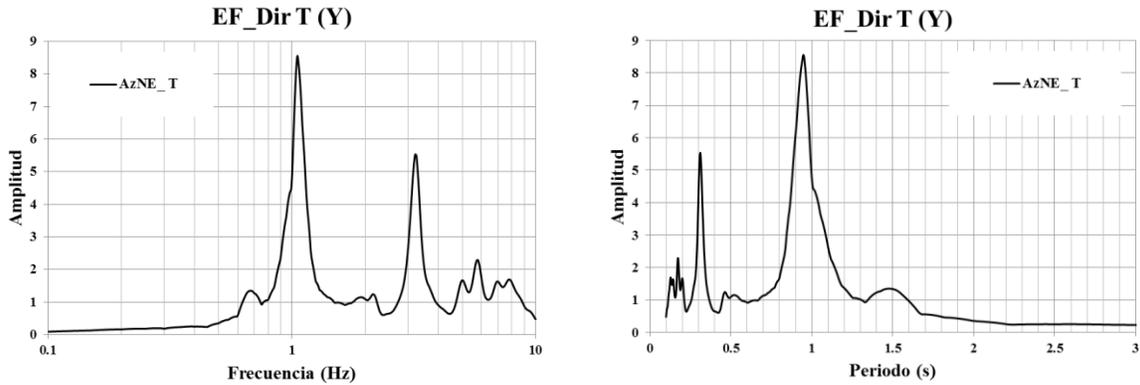


Figura 3.5 Espectros de Fourier de las direcciones NS (T) y EW (L), obtenidos con los registros de la Azotea Noreste (Az NE).

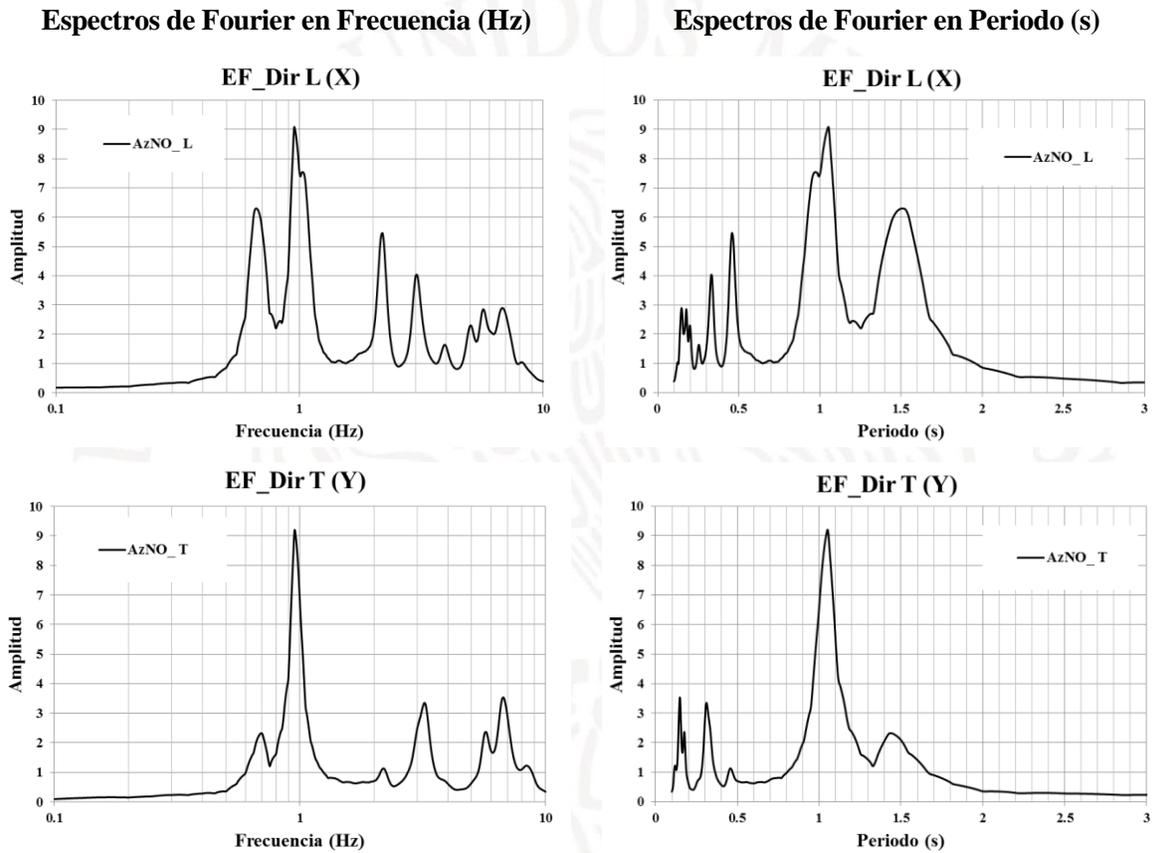


Figura 3.6 Espectros de Fourier de las direcciones NS (T) y EW (L), obtenidos con los registros de la Azotea Noroeste (Az NO).

Espectros de Fourier en Frecuencia (Hz)

Espectros de Fourier en Periodo (s)

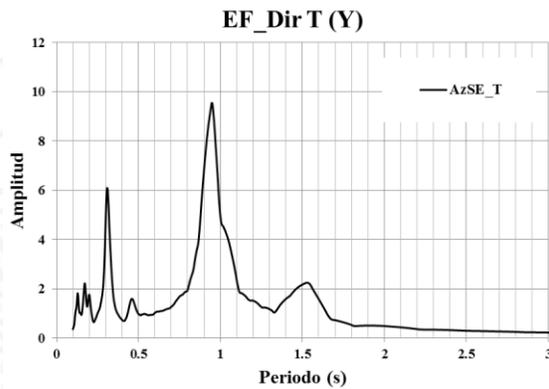
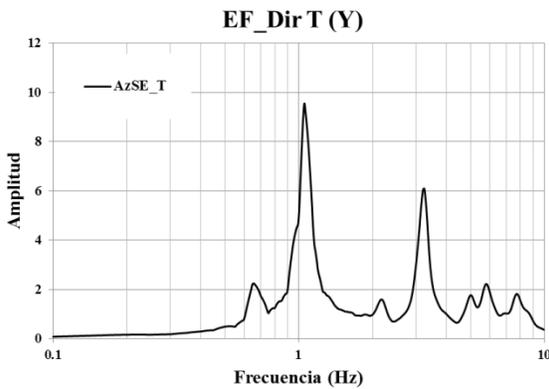
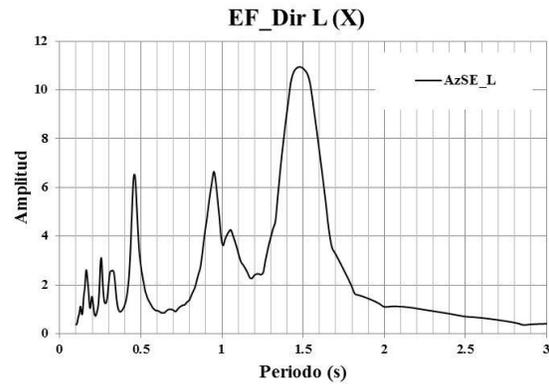
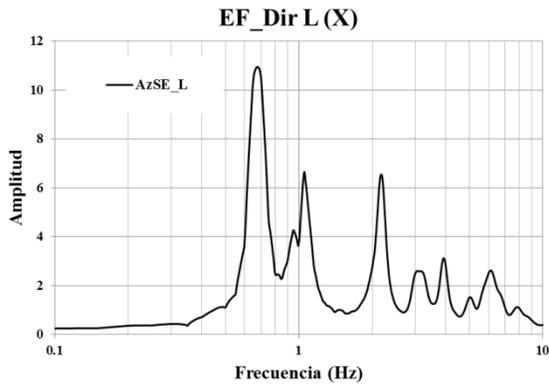
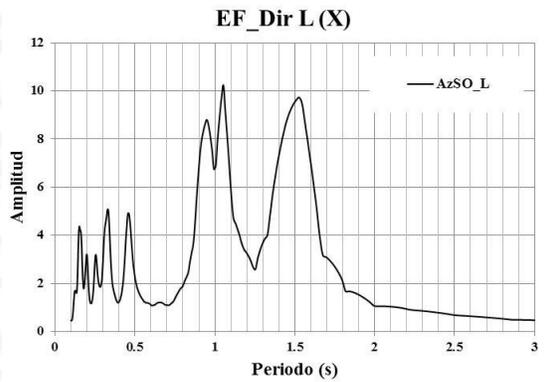
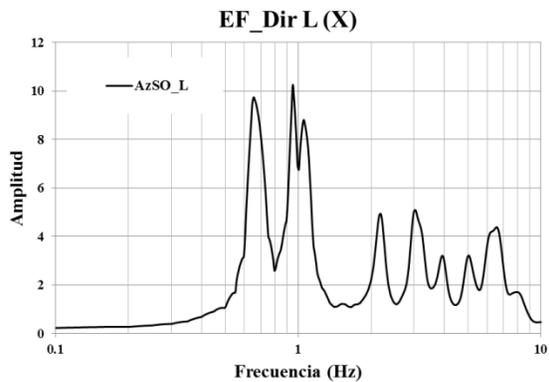


Figura 3.7 Espectros de Fourier de las direcciones NS (T) y EW (L), obtenidos con los registros de la Azotea Sureste (Az SE).

Espectros de Fourier en Frecuencia (Hz)

Espectros de Fourier en Periodo (s)



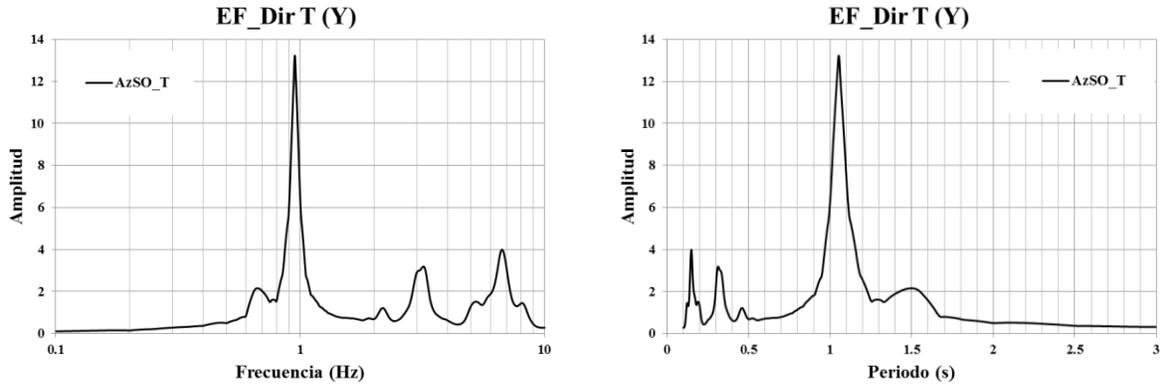


Figura 3.8 Espectros de Fourier de las direcciones NS (T) y EW (L), obtenidos con los registros de la Azotea Suroeste (Az SO).

En la Fig. 3.9 se muestra una comparación de los espectros de Fourier (EF) de los puntos medidos en los diferentes entresijos y que coinciden entre sí (Centro).

Comparación de EF en Frecuencia (Hz)

Comparación de EF en Periodo (s)

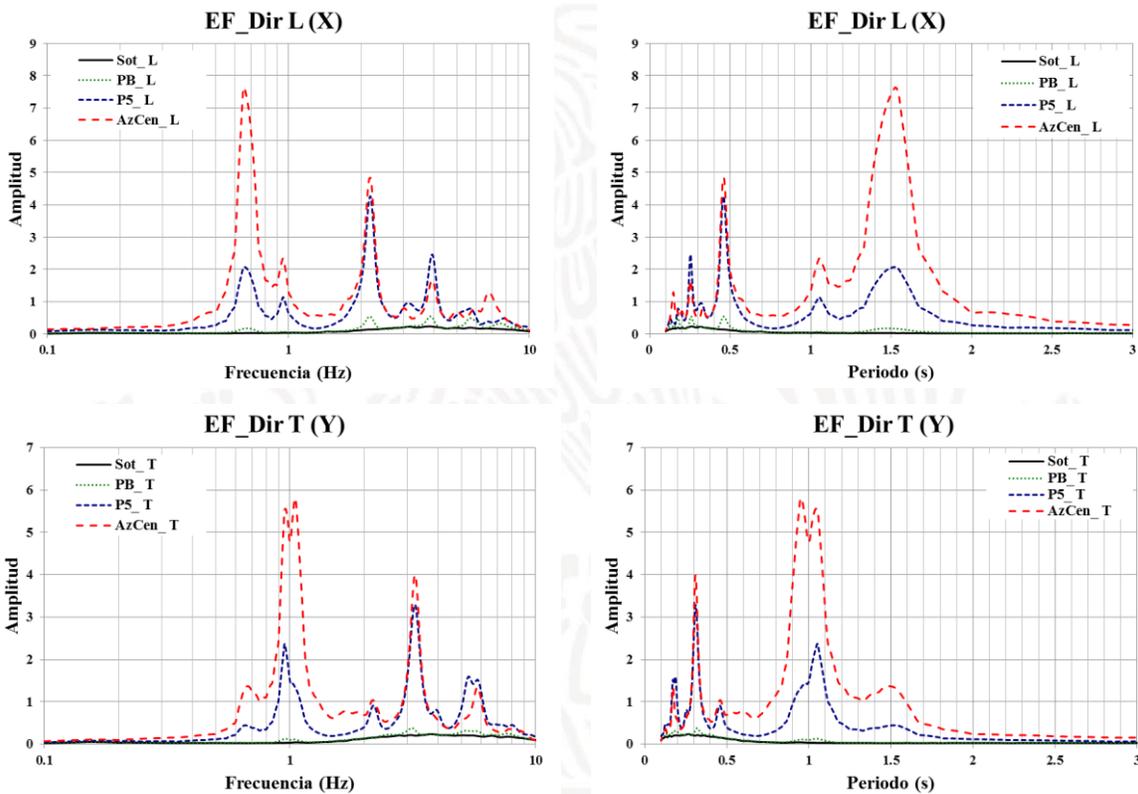


Figura 3.9 Comparación de Espectros de Fourier de la dirección longitudinal (L) (Centro, 2015 y 2018).

Finalmente en la Fig. 3.10 se muestra el cociente espectral promedio H/V, del punto tomado en campo libre, donde se puede observar que la frecuencia fundamental del suelo no está definida.

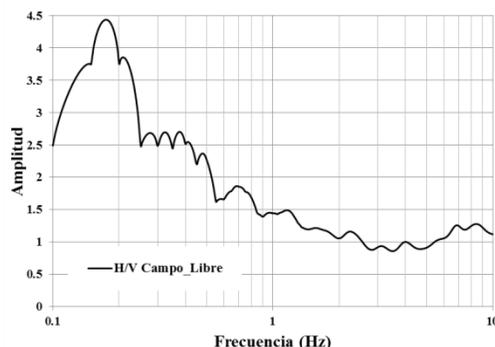


Figura 3.10 Cociente espectral promedio H/V, del punto con registros en campo libre.

4. CONCLUSIONES

Se determinaron las frecuencias presentes en las direcciones longitudinal y transversal, en seis entrepisos de un edificio de 11 niveles con dos sótanos (Sótano, Planta Baja, Piso 5 y Azotea), ubicado en Av. Barranca del Muerto, de la Ciudad de México.

De acuerdo con este análisis, se observa que las frecuencias o periodos donde aparecen picos con amplitudes definidas, corresponden a las frecuencias naturales del punto donde se tomó el registro dentro del entrepiso para la dirección estudiada, las cuales pueden tener un origen variado, tales como; uso de la estructura, viento, paso vehicular, efecto de sitio y el mismo periodo de oscilar de la estructura. **Sin embargo, estas frecuencias no se pueden tomar como los periodos fundamentales de la estructura, debido a que la metodología empleada no es la adecuada para obtener propiedades dinámicas de estructuras.**

Si se desea conocer las características dinámicas (periodo fundamental de vibración y formas modales) del edificio es necesario realizar mediciones simultáneas de vibración ambiental entre distintos entrepisos y el sótano del edificio, como se recomiendan las investigaciones recientes sobre el tema.

REFERENCIAS

Alcántara, L., Muriá, D., Almora, D., Velasco, J.M., Torres, M., Vázquez, R., Vázquez, E., y Macías, M. (2002), “Sistema de monitoreo remoto en un edificio localizado en una ciudad expuesta a un peligro sísmico mayor”, Octavas Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Valparaíso, Chile.

CENAPRED (1999), “Curso sobre Diseño y Construcción Sismorresistente de Estructuras”.

Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal RCDF (2004). “Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo”. Gaceta oficial del Distrito Federal, 6 de octubre de 2004.