



pensarse en la posibilidad de estudiar modelos bidimensionales tomando secciones en la dirección oriente-occidente. Hacia la zona central de la ciudad (Calle 26), la hipótesis deja de ser válida, no por la forma de la cuenca, sino por el cambio drástico que se presenta en el tipo de suelo, lo que implica de entrada un problema tridimensional. Por lo anterior, la única zona donde estrictamente podría pensarse en la realización de modelos bidimensionales es en la zona norte de la ciudad, entre calle 127 y la Quebrada Torca aproximadamente.

3.4.1 Forma de la cuenca y secciones para el análisis

Usando el corte realizado de oriente a occidente por la calle 170 entre los cerros orientales de la ciudad y los cerros de Suba, se procedió a elaborar un modelo de "Elementos Finitos" del depósito de suelo utilizando el generador de mallas del programa ANSYS. El análisis se llevó a cabo mediante el programa de computador QUAD4M. Este programa utiliza un esquema de solución de las ecuaciones de movimiento paso a paso en el tiempo y mediante un proceso iterativo en las propiedades del suelo, teniendo en cuenta las no-linealidades en el proceso de propagación ondulatoria. El programa incorpora amortiguamiento independiente en cada uno de

los elementos del continuo, fronteras absorbentes de manera que el semiespacio infinito por debajo de la malla no necesita suponerse como rígida sino que efectivamente se incluyen sus propiedades en el modelo y puede incluso especificarse las velocidades de onda de compresión y de corte y la densidad de este material. El programa involucra además un nuevo método para la formulación de las matrices de amortiguamiento lo que resulta en una reducción significativa en el amortiguamiento para las altas frecuencias lo que se asociaba comúnmente a la formulación de amortiguamiento tipo Rayleigh.

3.4.2 Análisis de respuesta dinámica y resultados

El análisis de la respuesta se llevó a cabo para los sismos de diseño establecidos (Sismo Frontal con aceleración máxima de 0.20g y el Sismo Cercano con aceleración máxima de 0.25g).

La Figura 3.13 presenta la forma de la cuenca utilizada en el análisis y las aceleraciones máximas de respuesta en superficie para cada uno de los sismos. En esta figura pueden evidenciarse las amplificaciones locales que ocurrirían en la aceleración máxima en superficie por aspectos bidimensionales.

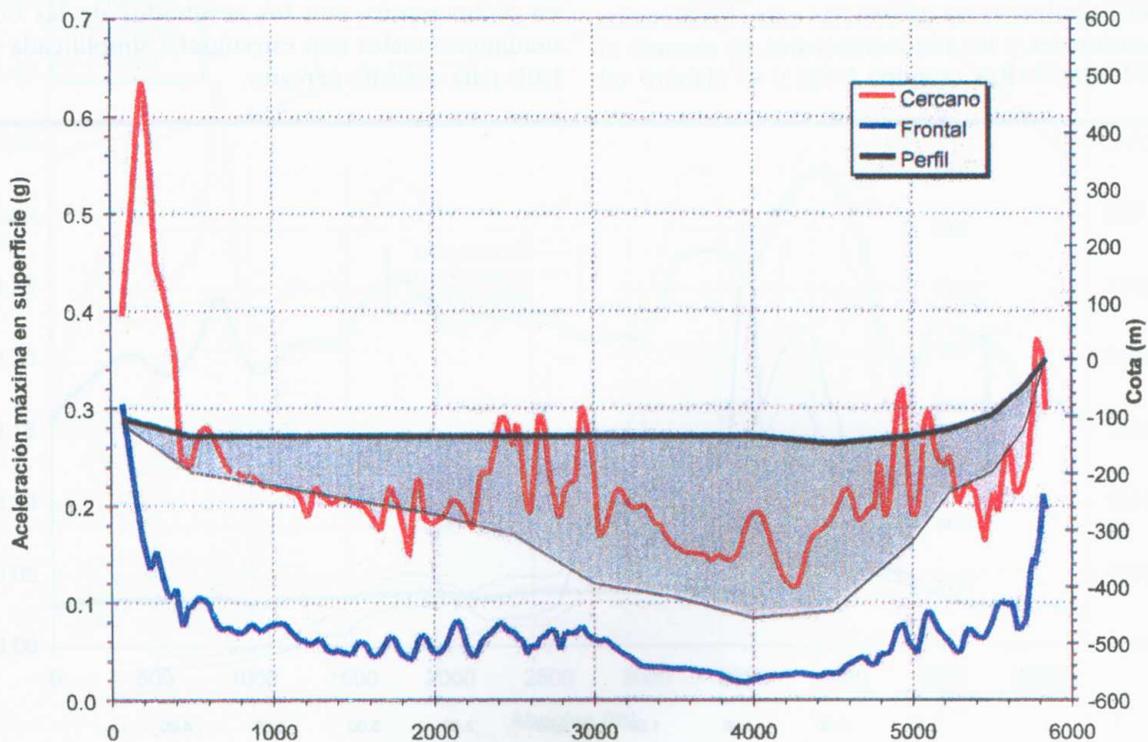


FIGURA 3.13 FORMA DE LA CUENCA UTILIZADA EN EL ANÁLISIS Y LAS ACELERACIONES MÁXIMAS DE RESPUESTA EN SUPERFICIE PARA CADA UNO DE LOS SISMIOS

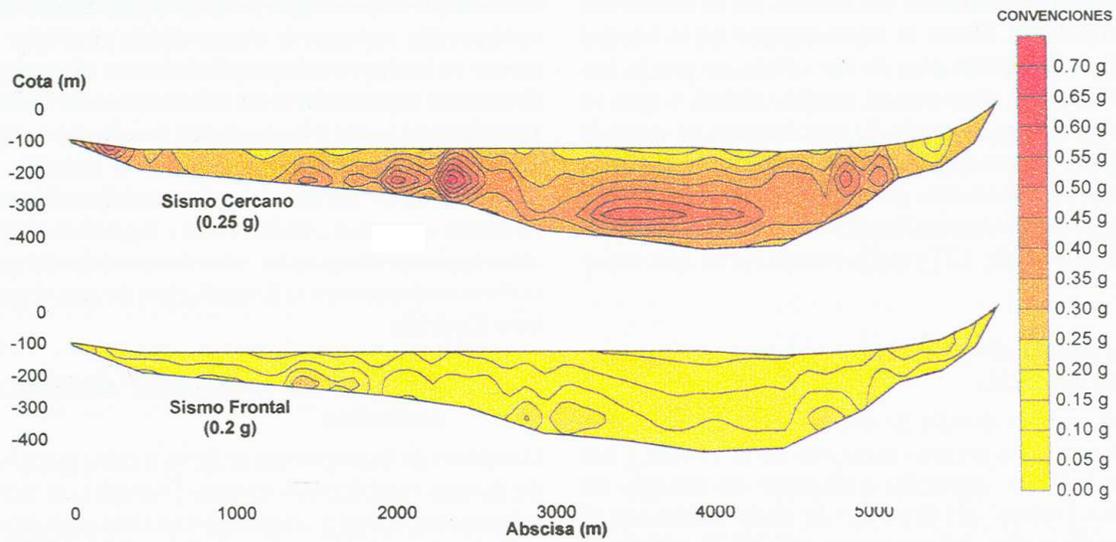


FIGURA 3.14 MAPAS DE ISOACELERACIONES HORIZONTALES MÁXIMAS EN LA SECCIÓN DE ANÁLISIS PARA CADA UNO DE LOS SISMOS

Por otro lado en la Figura 3.14 se presentan los mapas de isoaceleraciones horizontales máximas en la sección de análisis para cada uno de los sismos. De nuevo se mantiene la escala en la figura para efectos comparativos.

3.4.3 Efectos bidimensionales en la respuesta

Para poder establecer las diferencias entre los modelos unidimensionales y los bidimensionales, se escogió el sitio de UNIAGRARIA (sondeo N48) y se elaboró un

modelo unidimensional simplificado (utilizando las mismas capas de suelo del modelo bidimensional para este sitio). Con base en esta corrida con estratigrafía simplificada y la corrida original con la estratigrafía detallada se elaboró la Figura 3.15 en la cual se comparan las tres respuestas, es decir la dada por el modelo bidimensional en dicho punto, con los resultados de las corridas unidimensionales con estratigrafía simplificada y detallada para el sismo cercano.

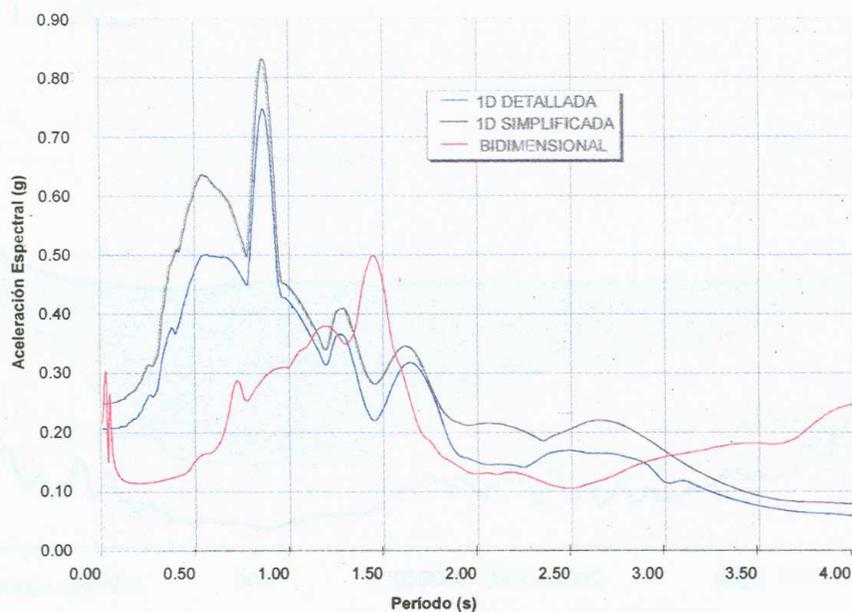


FIGURA 3.15 ESPECTROS DE RESPUESTA SONDEO N48 UNIAGRARIA SISMO CERCANO (0.25g)



3.4.4 Amplificaciones locales en zonas de los cerros

Con el fin de conocer las amplificaciones locales, los efectos topográficos y en general los llamados efectos de sitio en las zona de los cerros se seleccionaron tres secciones típicas denominadas Corte 1 - Vereda Torca, al norte de la ciudad, Corte 2 - Parque Nacional y Corte 3 - Quebrada Bolonia en la zona sur de la ciudad.

Cada una de estas secciones se modeló mediante elementos finitos suponiendo un empotramiento en la base y estimando la pendiente del talud posterior (flanco oriental) de acuerdo con consideraciones geológicas, tomando la pendiente promedio de las formaciones correspondientes. El material se consideró, suponiendo un comportamiento elástico para lo cual se estimaron unos valores típicos de los módulo de corte G_0 con base en valores reportados en la literatura (véase por ejemplo Jumikis, 1983). La densidad del material se estimó en 2400 kg/m^3 . A partir de estos valores se estimaron las velocidades de onda de cortante, V_s . Se conforma-

ron así tres modelos diferentes con aproximadamente 300 elementos cada uno. El análisis se realizó utilizando el programa de computador QUAD4M, para los tres sismos de diseño establecidos. En las Figuras 3.16 a 3.18 se presentan los resultados para el Corte 3 (Quebrada Bolonia), estos incluyen una gráfica con la aceleración máxima horizontal para todos los puntos superficiales de la red, una gráfica de isoaceleraciones en el cuerpo del cerro y una figura donde se presenta la variación de la forma de los espectros de respuesta en diferentes puntos superficiales del modelo.

Con base en los resultados presentados pueden establecerse las siguientes conclusiones con respecto a los efectos topográficos en los cerros de la ciudad:

La aceleración máxima es muy sensible a pequeños cambios en la topografía local. Normalmente cualquier protuberancia o saliente topográfica tiende a producir una amplificación considerable mientras que cualquier valle o depresión tiende a deamplificar la aceleración máxima.

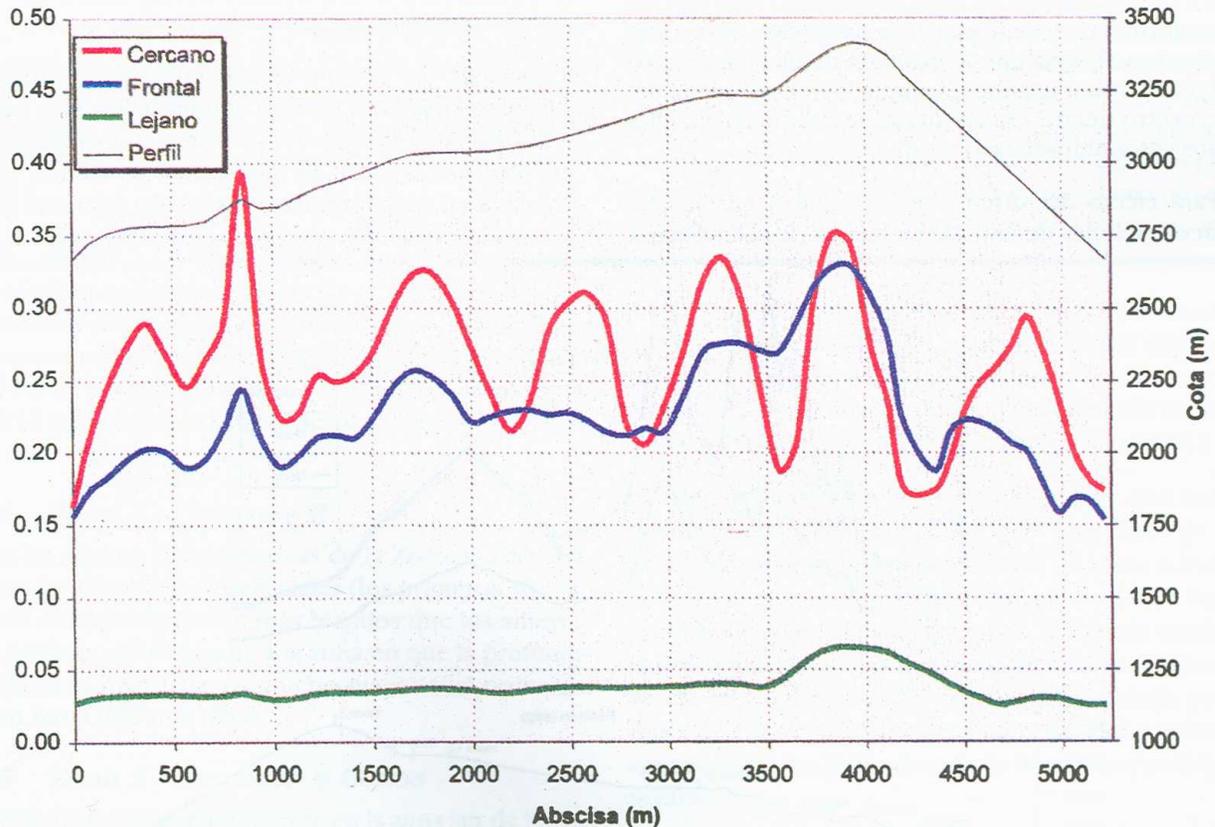


FIGURA 3.16 CORTE No. 3 QUEBRADA BOLONIA ACELERACIONES MÁXIMAS EN SUPERFICIE PARA SISMO DE DISEÑO