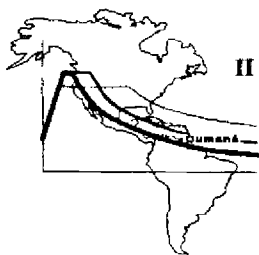


II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

PONENCIAS



II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACION INTERAMERICANA
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

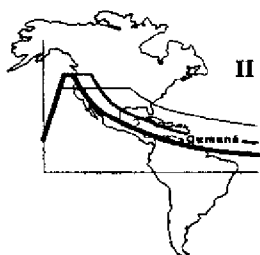
**MICROZONIFICACIÓN Y SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN
INSTALACIONES INDUSTRIALES: MEJOR MANEJO DEL RIESGO SÍSMICO**

Mathias Franke¹

¹ Departamento de Ingeniería General, INTEVEP, S.A , Los Teques, Venezuela

Se presenta una propuesta para incorporar, en un Sistema de Información Geográfica (SIG), la información obtenida de estudios de microzonificación sísmica y geotécnica. La mayoría de las instalaciones de la IPPCN (refinerías, plataformas de producción, patios de tanques, oleoductos y gasoductos) están en áreas de moderado a alto riesgo sísmico, por lo cual es altamente recomendable que se realicen estudios de microzonificación sísmica y geotécnica, para permitir evaluar la vulnerabilidad de las estructuras existentes y optimizar el diseño sismorresistente de estructuras nuevas.

El SIG facilita el despliegue de estos datos y resultados en forma de mapas y perfiles, y genera nueva información, debido a que proporciona la posibilidad de realizar combinaciones diversas. También, se evalúan en este trabajo, las ventajas de diferentes niveles de complejidad de información, que SIG pone a disposición, cuando se aumenta la base de datos. En esta forma es posible mejorar el manejo del riesgo sísmico en instalaciones de la IPPCN. En un primer nivel ("nivel estático") del SIG se cargan los resultados de la microzonificación (perfiles de suelos, zonificación de suelos licuables, respuesta dinámica de suelos, espectros de diseño característicos), después de lo cual es posible generar diferentes mapas con características útiles en proyectos de adecuación y uso del terreno. En el segundo nivel ("nivel interactivo"), se agrega al SIG información sobre la interacción dinámica suelo-estructura y los riesgos asociados, tales como número de personas expuestas, pérdidas económicas e impacto ambiental, en caso de una falla de la instalación. A este nivel, es posible generar mapas que permitan evaluar daños potenciales a las estructuras/instalaciones, bajo escenarios de sismos de distintas magnitudes; y ayudará en la toma de decisiones sobre medidas de mitigación que permitan mejorar y garantizar la seguridad de las instalaciones. En un tercer nivel ("nivel dinámico") se agrega al SIG un módulo que suministra información en tiempo real, tal como datos ambientales (meteorológicos y sismológicos), y datos de producción y operaciones. Así SIG puede generar mapas de daños, incendios y heridos probables en la incidencia de un sismo fuerte. De esta manera, SIG ayudará a tomar decisiones durante y después de un sismo y apoyará en mitigar el impacto negativo en sus aspectos socio-económicos.



II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

METODOLOGÍAS PARA LA CLASIFICACIÓN DEL SUELO
CON APLICACIÓN A LA MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA

Rafael A. Torres B.¹

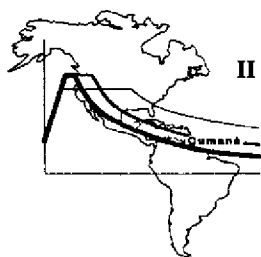
¹ Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, Mérida, Venezuela

Nuestras ciudades crecen cada día de una manera desordenada, lo que las hace cada vez más vulnerables a fenómenos naturales como los terremotos.

En el terremoto de Caracas (1967), Ciudad de México (1985), Loma Prieta (1989) y en otros más recientes, se observaron diferentes comportamientos del terreno durante la vibración sísmica. Esto evidencia la influencia de las condiciones locales del suelo en la distribución de daños de una región determinada.

Este hecho plantea la necesidad de identificar aquellas zonas donde las edificaciones presenten mayor o menor grado de vulnerabilidad ante la manifestación de un terremoto, mediante la realización de una microzonificación sísmica.

En el presente trabajo se discuten distintos procedimientos para la clasificación sísmica de los suelos, tales como las mediciones de vibraciones ambientales y su análisis, también se trata la información geotécnica como fuente para la determinación de propiedades dinámicas.



II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

**TÉCNICAS EXPERIMENTALES PARA DETERMINACIÓN DE LAS
CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS DE ESTRUCTURAS
Y SUELOS Y SU APLICACIÓN A LA MICROZONIFICACIÓN
SÍSMICA DE GUAYAQUIL-ECUADOR**

Jaime Argudo Rodríguez¹

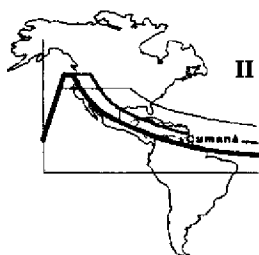
¹ Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador

En esta ponencia se describirán varias técnicas experimentales empleadas para la determinación de las características dinámicas de estructuras y suelos, las mismas que han sido empleadas en varios países del mundo con resultados satisfactorios.

Se expondrán los ensayos de vibración forzada y de vibración libre ejecutados en el edificio de la Municipalidad de Tokyo, Japón (Abril de 1990), de vibración forzada practicados al edificio del reactor nuclear de la central eléctrica Atucha II, Argentina (Noviembre de 1993). Ambos ensayos conducidos por la compañía japonesa KAJIMA.

La técnica de medición de la vibración ambiental para la determinación del período fundamental de estructuras, se sustentará mediante los ensayos realizados en 40 edificios en Guayaquil con ocasión del proyecto: "Vulnerabilidad Sísmica de Edificios Importantes de Guayaquil", desarrollado con la coordinación de UNDRO/DHA y del proyecto. "Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural de Hospitales", actualmente en ejecución bajo la coordinación de la OPS.

Finalmente, se presentará la técnica de la medición de microtrepidaciones para la estimación del rango de periodos dominantes en los suelos y su aplicación a la Microzonificación Sísmica de Guayaquil, Ecuador.



II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

EVALUACIÓN DE ESPECTROS DE RESPUESTA DERIVADOS DE REGISTROS ACELEROGRÁFICOS LOCALES

Salvador Safina¹; Lino Vassallo¹; Adriana Hernandez¹;
Humberto Marval¹ & Miguel Angel Bonato¹

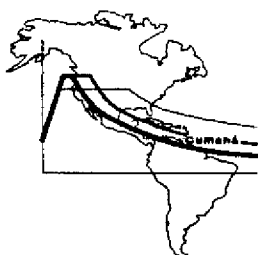
¹ FUNVISIS, Departamento de Ingeniería Sísmica, Caracas, Venezuela.

La evaluación de sismos de importancia ocurridos en diferentes regiones, han puesto de manifiesto la marcada influencia que tienen las condiciones del suelo local sobre el movimiento experimentado por el terreno y el daño sobre las estructuras en él implantadas. Esta influencia ha sido incorporada en los diversos códigos de diseño a través de los llamados espectros de respuesta normalizados.

La Norma para Edificaciones Antisísmicas COVENIN 1756-87 de Venezuela, presenta tres curvas correspondientes a formas espectrales representativas de diferentes condiciones de suelo, seleccionadas en base a estudios estadísticos de formas espectrales obtenidas a partir de un total de 104 registros acelerográficos reales, con aceleraciones máximas hasta 0.50 g, obtenidos para diversas condiciones geológicas pertenecientes a diferentes regiones de la costa oeste de los Estados Unidos y Japón.

En 1981 entró en funcionamiento la Red Acelerográfica Nacional, la cual cuenta en la actualidad con 70 Estaciones Acelerográficas (31 en Occidente, 14 en Oriente y 25 en la Región Central) dispuestas a lo largo de los grandes sistemas de fallas de Venezuela. Esto ha permitido registrar 23 sismos (13 en occidente, 7 en oriente y 3 en el centro del país) para un total de 126 registros acelerográficos reales, con aceleraciones máximas hasta 0.16g, obtenidas para diferentes condiciones del terreno.

En base a un estudio estadístico de las formas espectrales asociadas a esta familia de registros acelerográficos locales, se han determinado formas representativas para diferentes condiciones del terreno, las cuales son comparadas con las existentes en nuestro Código de diseño para Edificaciones Antisísmicas.



II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

MEDICIONES DE RUIDO SÍSMICO EN LA CIUDAD DE MÉRIDA

Christl Palme de Osechas¹; José E. Choy²; C. Guadua²;
M. Morandi² & F. Scherbaum³

- 1 Centro Regional de Investigaciones Humanísticas, Económicas y Sociales, Núcleo Rafael Rangel, Universidad de los Andes, Trujillo, Venezuela.
2 Laboratorio de Geofísica, Dept. de Física, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
3 Institut für allgemeine und angewandte Geophysik, Ludwig Maximilians Universität München, Alemania.

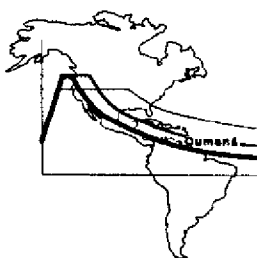
Durante el mes de Diciembre de 1994 se realizó un conjunto de mediciones de ruido sísmico en la ciudad de Mérida para determinar la respuesta sísmica de las capas superficiales del suelo. La mayoría de las medidas se realizaron en sitios ubicados a lo largo de una línea que atraviesa perpendicularmente la meseta de Mérida, pasando por el casco central de la ciudad.

El equipo utilizado consistió en tres sensores WR-1 (Kinometrics), computadora PC y tarjeta de adquisición de datos diseñada y ensamblada en el Laboratorio de Geofísica de la U.L.A.

Las mediciones se realizaron en horas nocturnas, durante las cuales se tomaron, en cada sitio, para las tres componentes (norte-sur, este-oeste y vertical) dos muestras de 20 minutos cada una.

Para analizar los datos se utilizó el método de Nakamura, el cual permite determinar la respuesta de cada sitio de manera independiente, es decir, sin utilizar una estación de referencia. Se encontró que el tráfico de vehículos cerca de los sitios de registro altera las razones de Nakamura con respecto a aquellas obtenidas en ausencia del mismo. Por esta razón, se decidió recortar de las series temporales aquellos segmentos en los cuales la señal estaba dominada por vibraciones provenientes de vehículos cercanos. Analizando ventanas temporales consecutivas, se verificó que a los pocos minutos de registro, las razones de Nakamura se estabilizaban, por lo cual se considera que 20 minutos es un intervalo suficiente para obtener resultados repetibles.

Para los suelos del casco central de Mérida, se encontraron máximos de resonancia entre 1 y 10 Hz. Sin embargo, en la mayoría de los casos, dichos máximos no son muy pronunciados.



II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

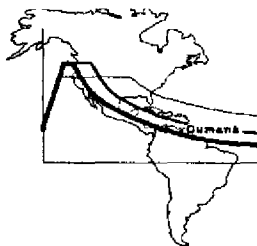
**AMPLIFICACIÓN EN LA ONDA DE DESPLAZAMIENTO SH DEBIDO A LA
PRESENCIA DE UNA ANOMALÍA DE BAJA VELOCIDAD. APLICACIÓN DE UN
MÉTODO UNIFORMEMENTE ASINTÓTICO.**

Herbert Rendón¹

¹ FUNVISIS, Dirección Técnica, Caracas, Venezuela.

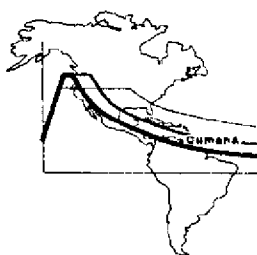
El cálculo de la respuesta dinámica del suelo sometido a excitación con el pasaje de una onda sísmica, es de vital importancia en el problema de la evaluación del riesgo sísmico para una región determinada. Este computo pudiera convertirse en una tarea realmente difícil dependiendo de las condiciones geométricas en la región de interés. Para regiones con una complejidad geométrica considerable se hace imperioso una integración numérica de las ecuaciones de movimiento. Sin embargo, para una región dada con grandes dimensiones y en un régimen de altas frecuencias para la onda incidente, el método de integración numérica pudiera ser inconveniente dado su tiempo de computo y la inestabilidad numérica inherente a las grandes oscilaciones de las altas frecuencias. Por otro lado, existen los métodos asintóticos que presentan la posibilidad de desarrollar fórmulas que, además de ofrecer luces en la interpretación física de los mecanismos de transmisión de la energía, son altamente eficientes en el computo de los desplazamientos aún en regímenes de frecuencia intermedia.

En el presente trabajo se ofrece una metodología uniformemente asintótica para el cálculo del campo de desplazamiento total, una vez que una inhomogeneidad circular con una velocidad de propagación de la onda menor que la del medio circundante es iluminada por una onda plana del tipo SH. Una vez planteada las ecuaciones de movimiento respectivo, la solución obtenida a partir del método de separación de variables es sometida a una serie de transformaciones que permiten expresar la solución como una superposición de términos que contienen integrales en el plano complejo y a las cuales se les puede asociar su mecanismo de propagación de energía correspondiente. La evaluación de las integrales se realiza a través del método de ensilladura en las regiones donde aparece la energía a través de los rayos sísmicos, el uso del teorema integral de Cauchy en las zonas de sombra y expansiones en desarrollos de Taylor en las regiones de transición. Estas fórmulas son conectadas de modo tal que se verifica la continuidad de la solución. Para las zonas de cústicas, métodos uniformemente asintóticos aplicables a la transición de dos puntos de ensilladura de primer orden a un punto de ensilladura de segundo orden fueron utilizadas.



II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

Finalmente, se hace una comparación de los valores obtenidos con las fórmulas propuestas con los valores obtenidos utilizando la expansión en modos normales, pudiéndose verificar la precisión del esquema asintótico así como su rapidez en el computo. También se presenta en perfil sísmico donde se evidencia el efecto de amplificación generado por la geometría propuesta.



II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

**DEFINICIÓN PROBABILÍSTICA DE ESPECTROS DE DISEÑO SÍSMICO PARA
PLATAFORMAS OFFSHORE**

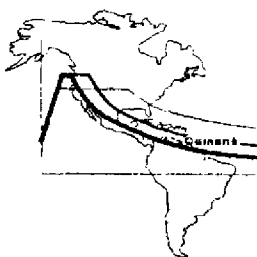
R. Araya¹; A. Asfura¹; K. Campbell¹; D. Rossi¹; R. Dutt² & M. A. Castañeda³

¹ EQE International

² Fugro-McClelland.

³ PEMEX.

En este trabajo se presenta una aplicación del uso de la microzonificación sísmica para definir espectros de diseño sísmico. Para establecer los niveles de demanda sísmica para el diseño de plataformas offshore de extracción de petróleo ubicadas en la Bahía de Campeche, México, se ha efectuado una microzonificación sísmica de la zona y un detallado estudio geotécnico de los suelos de fundación para estudiar el impacto de sus características en los niveles de demanda sísmica esperados. En el proceso de definición de los espectros de diseño se ha empleado un criterio probabilístico que permite incorporar las incertidumbres en la definición de los sismos de diseño y la variabilidad inherente de las propiedades obtenidas en la evaluación geotécnica. Se ha estudiado un total de 23 sitios en la Bahía de Campeche donde se planea la instalación de plataformas costa afuera y como resultado del estudio, se han propuesto espectros probabilísticos de diseño sísmico compatibles con los niveles de protección deseados para las estructuras.



II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

PROBABILIDAD DE FALLA

Jésus Arcia R.¹

¹ Ingeniero consultor, Caracas, Venezuela.

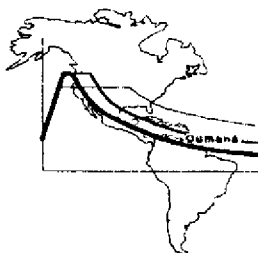
PARTE I: Basándonos en estadísticas sobre daños del terremoto de Caracas de 1.967. Utilizando métodos de inferencia estadística unida con procesos estocásticos, se demuestra que el proceso sísmico es un proceso prevaleciente Poassoniano. Mediante la clasificación previa de daños en los edificios y en los elementos que los conforman, se obtienen las probabilidades del paso del estado de servicio a distintos niveles de daños hasta el derrumbe (incluyendo la tabiquería). Se demuestra que existen tres caminos básicos en el comportamiento estructural y las distintas rutas hasta el derrumbe. Se demuestra que con la utilización de esta metodología disponemos de un gran detallamiento sobre la probabilidad de falla de las estructuras.

PARTE II: Adicionalmente, se demuestra como ampliar el campo de utilización del resultado obtenido de la probabilidad medida, mediante un ejemplo de azar sísmico. Se describe la amplitud de la utilización de la herramienta de los procesos estocásticos; el resultado es que el planteamiento obtenido es la teoría de la relatividad pero ampliada en su concepción, utilizable en este campo y en cualquiera que la imaginación pueda llevar, si se plantean las variables aleatorias necesarias en cada caso. Se obtiene el "invariante".

FAILURE PROBABILITY

FIRST: Based on damage statistics from Caracas earthquake July, 29 1,967. Joint: statistic inference and stochastic processes, we obtain that the seismic process is an Poisson process. Based on a previous damage classification of buildings and separately its elements, we obtains probabilities which come from its service states to different damage states (clay wall effect included). It demonstrated the three basic ways in structural behavior and routes to collapse. With this methodology we can obtain a great detail of the failure probability of structures.

SECOND: Additional, we use an seismic azar example to demonstrate the absolute probability use. We describe the amplitude of the stochastic process tool, the result from this attempt is the relativity theory conceptually amplifcated for this application or any other application if our imagination take the just aleatory variables in case. We obtain the "invariant"



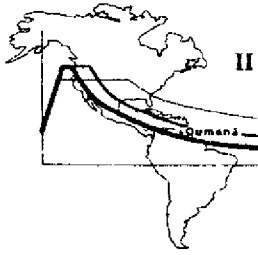
II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

**ESTIMACIÓN DEL PERÍODO PREDOMINANTE DEL SUELO,
USANDO VIBRACIÓN AMBIENTAL**

Iria Uzcátegui¹, Marina Ramírez¹, Pedro Montilla¹, Rafael Torres¹ & Reina Carnevali¹

¹ Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Departamento de Estructuras,
Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela

Las mediciones de vibración ambiental han sido ampliamente usadas para determinar el período predominante del suelo, con el objeto de ser aplicadas en microzonificación. Los métodos tradicionales usados para evaluar este parámetro están definidos y arrojan resultados satisfactorios para ciertos suelos que presentan amplificación local importante y frecuencias bajas, encontrándose serios problemas en otros tipos de suelos. En este trabajo se comparan resultados obtenidos por medio del espectro de Fourier, espectro de Potencia, Razón espectral (Nakamura) y se propone la técnica del espectro cuadrático cruzado.



II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

**SMALL, WELL-FOCUSED COOPERATIVE PROJECTS: AN EFFECTIVE MEANS TO
REDUCE SEISMIC RISK IN DEVELOPING COUNTRIES**

Carlos Villacis¹ & Fumio Kaneko¹

¹ Earthquake Engineering Dept OYO Corporation, Japan

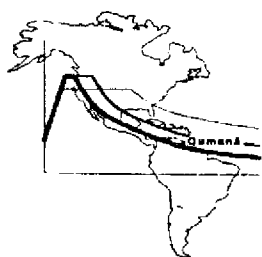
There are many people and aid bureaucracies around the world promoting the development of Third World countries. Under the present systems, however, it is primarily the people involved in the preparation and implementation of aid projects who benefit, not the people who really need. Aid projects are often managed by people who have little opportunity to make contact with the beneficiaries of their work and whose knowledge of the real needs and their solutions is insufficient. Being this the situation, the bottom half of the population of any recipient country see little benefit coming to them and actually they are often harmed by some projects.

In most cases, development is interpreted as a short-term economic growth and, consequently, the aid and methodologies focus on infrastructure building and forget building up the productive capacity of people in developing countries. All human beings are endowed with unlimited creative and productive potential. It should be the task of the world community at large to create an environment in which even the least prosperous people can fully explore and reach their potential.

We present here an example of cooperative work between developed and developing countries that has been successfully implemented. It is a two-year long microzoning project that brought to Quito, Ecuador, international experts from the industrialized world to work together with Ecuadorian representatives of the various sectors of the society in the preparation of earthquake scenarios for the city. These scenarios were the basis for the design of an earthquake risk management program for Quito.

The project produced tangible results, such as feasible, realistic risk reduction plan for the city, a better understanding of the region's seismic hazard, and the raise of awareness of the seismic risk among all the sectors of the society. Additionally, the project also taught important lessons to all the project participants: the local people have now the knowledge and tools to repeat and update these studies, and the international experts got a first-hand perception of the needs, problems, and technical conditions prevailing in developing nations.

We propose these small, realistic, practical, inexpensive projects that bring to work together people from developed and developing nations as an effective way to promote the development of the Third World.



II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

MICROZONACIÓN EN BOLIVIA

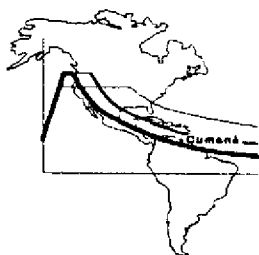
Angel Vega. B.¹ & Lawrence A. Drake¹

¹ Observatorio San Calixto, La Paz, Bolivia.

La revisión de archivos históricos de Bolivia en la Casa Nacional de la Moneda de Potosí y el Archivo Nacional de Sucre permite completar cerca de doscientos años (1650-1845) de ausencia de información sísmica en el país. La información sísmica para Bolivia ahora se remonta hasta el año 1581 y se actualiza hasta el año 1995. Para algunos terremotos destructores de la fosa tectónica Perú-Chile, la revisión complementa la información existente en los catálogos. El catálogo sísmico actualizado da una nueva idea sobre los daños económicos causados por los terremotos en el país. Se presenta una posible relación entre los terremotos destructores del Sur del Perú con algunos terremotos ocurridos en Bolivia. Los datos históricos de intensidades sísmicas en el país nos dan a conocer que el territorio nacional no es ajeno a la ocurrencia de terremotos. Sin embargo esta actividad sísmica natural no alcanza las características de desastres, como lo acontecido en países vecinos como Chile y Perú. Los terremotos que causaron daños económicos al país son el de Chuquisaca en 1650, los de Yacuiba en 1887 y 1899, el de Sipesipe en 1909, el de Consata en 1947, el de Sucre en 1948, el de Postrevrvalle en 1957 y el de Aiquile en 1958.

Más particularmente, en la región de La Paz (Barrio del Periodista) hemos considerado la erosión del río Irpaví la que destruye la estabilidad de las gravas en la quebrada. También consideramos la importancia de los riesgos de sismicidad con relación a la geomorfología del área comprendida entre 16° 25' y 16° 45' latitud sur y 68° 00' y 69° 05' longitud oeste, la que incluye sectores de las provincias Ingavi, Los Andes y Murillo. Relacionamos la información de las mediciones registradas por el Observatorio San Calixto con las características geomórficas del área, con el fin de hacer una zonación de áreas propensas a sufrir diferentes grados de perjuicio debido a sus características geomórficas como de sus afecciones sísmicas.

Generalmente es peligroso considerar solo los primeros 15 m del suelo. El patrón de daño del terremoto de Vranicia del 4 de marzo 1977 es muy diferente de la predicción de la microzonificación. Hemos encontrado en el terremoto de Caracas del 29 de julio 1967 que los primeros 200 m del suelo pueden dañar los edificios altos.



II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

PROYECTO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE SANTAFE DE BOGOTÁ

Edgar E. Rodríguez G ¹

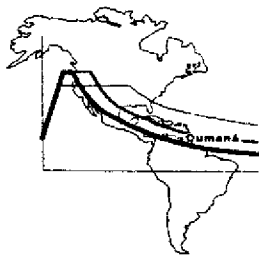
¹ Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química, INGEOMINAS,
Santafe de Bogotá, Colombia.

Las características especiales de los profundos depósitos de arcillas blandas del subsuelo de la ciudad, sumado al ambiente sismotectónico del país y a la necesidad de actualizar el Código Colombiano de Construcciones Sismoresistentes, hicieron necesario la realización de un estudio técnico-científico cuyo objetivo es determinar la respuesta sísmica del subsuelo de la ciudad y evaluar los efectos de un terremoto sobre el medio ambiente de Santafe de Bogotá.

Para llevar a cabo tal fin, se firmó un convenio entre tres instituciones del Estado que son la Dirección Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, DNPAD, la Oficina para la Prevención de Emergencias de Santafe de Bogotá, OPES, y el Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química, INGEOMINAS, dando así inicio al proyecto denominado **MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE SANTAFE DE BOGOTÁ**, el cual se constituye en una herramienta importante para el desarrollo planificado de la ciudad en la prevención de futuros desastres naturales.

El proyecto tiene una duración de dos años y su método de trabajo comprende la realización de estudios geológicos, tectónicos y neotectónicos, hidrogeológicos, sismológicos, geofísicos, geotécnicos, de amenaza sísmica y de vulnerabilidad. Además, para el modelamiento y almacenamiento de la información obtenida en cada uno de estos estudios se está utilizando un Sistema de Información Geográfica.

Hasta el momento, se ha desarrollado la tercera parte del proyecto que corresponde a un período de tiempo de ocho meses, en los cuales ya se realizaron los estudios geológicos, hidrogeológicos y de sismicidad histórica, y actualmente están en ejecución los estudios tectónicos, neotectónicos, geofísicos y geotécnicos.



**II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA**
Corporiente, Cumana, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

THE QUITO, ECUADOR SCHOOL SEISMIC PROJECT

Jeannette Fernández¹; Geoffrey P. Hoefer² Brian E. Tucker² & Carlos E. Ventura³

¹ Escuela Politécnica Nacional, Oficina de Asuntos Internacionales y Proyectos, Quito, Ecuador.

² GeoHazards International, Stanford University, Stanford, USA

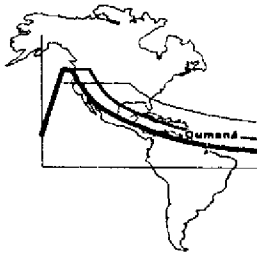
³ Department of Civil Engineering, University of British Columbia, Vancouver, Canada.

GeoHazards International, a nonprofit organization based in California, and Structural Engineering Department of Ecuador's Escuela Politécnica Nacional, have neared completion of the first phase of a project to retrofit high risk public schools in Quito and, in doing so, create a procedure for future retrofit of other schools within Ecuador.

This project, which began in February of 1995 and will be completed in October of 1995, utilizes information on schools gathered during an earlier project, the Quito, Ecuador, Earthquake Risk Management Project (conducted by the Escuela Politécnica Nacional, GeoHazards International, the Municipality of Quito, ORSTOM-Quito and OYO Corporation). This information was used to select 50 schools that are structurally vulnerable to earthquakes, have high usage, are well distributed throughout the city, and are representative of construction types, education levels, and socio-economic conditions in Quito. The level of seismic risk for each school, taking into account design, materials, general structural condition, size, local site conditions, and nonstructural hazards, was then determined using the ATC-21 rapid visual screening procedure. The schools were ranked according to the estimated level of seismic risk. Retrofit designs and cost estimates, which consider locally available construction techniques and materials, are being prepared for nine schools with the highest risk and for two standard school designs used by the National Direction of School Construction. The retrofit work itself will be completed by local engineers and contractors under independent inspection.

Project management is being provided by GeoHazards International. Engineering work is being performed by twelve professors from the Structural Engineering Department, the Geophysics Institute, and the Construction Department of Ecuador's Escuela Politécnica Nacional. Two advisory committees are providing general project oversight: the Quito Advisory Committee, consisting of local government officials responsible for school construction, and the International Advisory Committee, consisting of non-Ecuadorians who have experience in school safety or retrofit procedures.

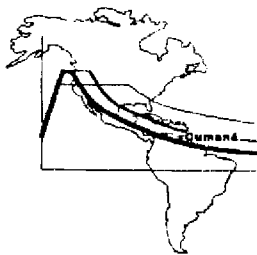
As of the writing of this abstract, funding for retrofit of three of the ten schools has been secured, and an intent to fund an additional four to five schools has been expressed by the Ecuadorian government, local philanthropic organizations, and local businesses.



II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

Interest in funding the retrofit of additional schools and performing similar studies for Quito hospitals and health centers has been expressed by international organizations.

The Quito School Seismic Safety Project suggests a cost effective means for investing international funds in school earthquake risk management. An investment of international funds to (1) identify seismically vulnerable schools, (2) estimate the cost of their retrofit, and (3) inform responsible local schools officials of school vulnerability and risk management measures, can generate sufficient local funding and leadership to perform the required retrofit.



**II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995**

**ESTADO DE LA EVALUACIÓN DE LA AMENAZA SÍSMICA
Y RESPUESTA DE SITIO EN AMÉRICA CENTRAL**

Enrique Molina¹ & Luis Diego Morales²

¹ INSIVUMEH, Sección de Sismología.

² CEPREDENAC, Secretaría Ejecutiva, Guatemala.

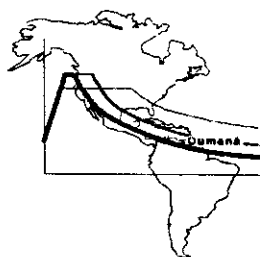
EL CENTRO DE COORDINACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS DESASTRES NATURALES EN AMÉRICA CENTRAL, CEPREDENAC, impulsa (en el área de la sismología) dos proyectos Establecimiento de Centros de Datos Nacionales y Regionales, y Zonificación y Evaluación de Amenaza Sísmica. Estos proyectos son financiados por el gobierno de Noruega y las instituciones contraparte son: Institute of Solid Earth Physics, University of Bergen, para el primero, y The Norwegian Seismic Array (NORSAR) y Norwegian Geotechnical Institute (NGI), para el segundo.

En este trabajo se presentan los principales resultados obtenidos durante la primera fase de los proyectos, de abril de 1991 a diciembre de 1994, y se mencionan con especial énfasis los relacionados directamente con la microzonificación sísmica. Los principales resultados alcanzados se pueden resumir en:

- Instalación de sistemas digitales de adquisición y análisis de datos en los distintos Centros Sismológicos de la Región
- Establecimiento del Centro Regional y la publicación mensual, del Compendio de Datos Sismológicos de América Central.
- Catálogo de sismos históricos y recientes.
- Base de datos digital de registros de movimiento fuerte.
- Determinación de una ley de atenuación para la región
- Evaluación de amenaza sísmica, macrozonificación, para Panamá, Costa Rica y Ciudad de Guatemala.
- Estudios de efecto de sitio en San salvador, San José de Costa Rica y Ciudad de Guatemala.

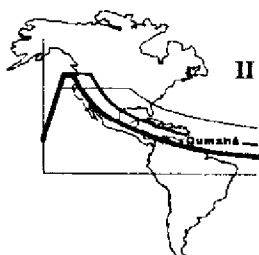
Todo el conocimiento adquirido durante esta primera fase está publicado en aproximadamente 30 informes técnicos, de los cuales 18 han sido enviados a revistas internacionales, o están en preparación

La segunda fase de los proyectos dará inicio en julio de 1994 y tendrá una duración de 4 años. Durante este período de tiempo se continuará con los objetivos generales que son: fortalecer los Centros Nacionales y Regional, hacer los estudios básicos de la



II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

sismicidad local y regional, completar los estudios de evaluación de amenaza a nivel regional, de país y lugares de interés, ampliar los estudios de efecto de sitio y modelado de las propiedades dinámicas del suelo.



**II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA**
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

**MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE CARACAS Y DE CARABALLEDA:
FUNDAMENTOS Y RESULTADOS DE INTERÉS**

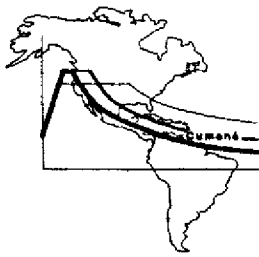
José Luis Alonso G.¹ & Daniel Pérez B.²

1 Asociación Venezolana de Ingeniería Estructural (AVIE), Universidad Metropolitana (UNIMET), Caracas, Venezuela.

2 Universidad Metropolitana (UNIMET), Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Caracas, Venezuela.

Durante el terremoto de Caracas de 1967, la profundidad y las características de los depósitos de suelo que conforman el Valle de Caracas y la urbanización Caraballeda en el Litoral Central, jugaron un papel determinante en el patrón de distribución del daño observado en edificaciones, especialmente cuando el período natural de los depósitos coincidían o eran muy próximos al período fundamental de los edificios sobre ellos fundados.

Basados en los resultados de sismicidad y tectónica disponibles y en estudios de respuestas de suelos realizados tanto en el Valle de Caracas como en la urbanización Caraballeda, se presentan mapas de isoprofundidades aluvionales -vs- períodos dinámicos de los depósitos, espectros de respuesta de aceleración normalizados para distintos tipos de suelos y mapas de vulnerabilidad sísmica de edificios con distinto períodos. Al mismo tiempo, se sugieren espectros normalizados promedio de aceleración en la superficie que puedan ser incorporados en la Norma.



**II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA**
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

**FUNDAMENTAL CONCEPT FOR SEISMIC MICROZONATION AND PRELIMINARY
SURVEYS OF MICROTREMOR OBSERVATIONS IN CARACAS AND CUMANÁ CITY,
VENEZUELA**

Norio Abeki¹; Takahisa, Enomoto², L. Teresa Guevara³ & Zurelys Villegas⁴

1 Kanto Gakuin University, Yokohama, Japan.

2 Kanagawa University, Yokohama, Japan.

3 Universidad Simón Bolívar, Comisión del Postgrado en Ingeniería Civil y Universidad Central de Venezuela,

Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Caracas, Venezuela

4 FUNPRIS, Cumaná, Venezuela.

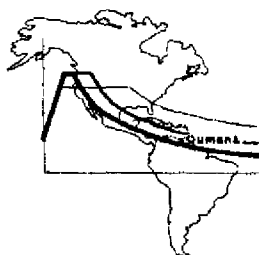
I. Introduction

The concept of seismic microzoning in urbanized area is based on the dynamical ground condition map. The definition of dynamical ground condition map is not so exactly confirmed, but we recognize that it is a basic map involving the useful information for the planning of disaster management, disaster mitigation and re-construction urban planning etc.

In order to satisfy these usage for political planning, it is very necessary to collect the so many information and borehole data concerned to the underground condition, to compute the earthquake response calculation of these ground, to measure the ground shaking. Also, it is very important to analyze the dynamical characteristics of soil structures and then, using these results we can divide the target area to several zone by classifying same characteristics of dynamical ground condition

The concept of seismic microzoning is described more detail as follows

- 1 - Estimation of expected maximum acceleration value, seismic intensity and predominant period against to the assumed earthquake and making the regional zoning by classified characteristics.
- 2.- Indication of high potential zone of earthquake damage is displayed each structures and facilities, for example, buildings, bridges, lifelines, roads etc., individually.
- 3.- The scale of maps are used same scale map basically and made the individual map also made the convoluted estimation map for the total damage potential
- 4.- The map will be the base for consideration of loss estimation of earthquake damage.
- 5.- The map will be useful and important for not only the emergency plan including the rescue and escape against the disaster but also the master plan for the disaster mitigation and reconstruction urban planning



**II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA**
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

II. Methodology of Seismic Microzoning

Generally, the earthquake damage potential in urbanized area will be described following simple expression considering the relationship between the underground structure concerned with the various structures and facilities distributed in target area.

We must consider the dynamical ground condition concerned with ground shaking intensity and the distribution, and characteristics of the structures and facilities existing in target area.

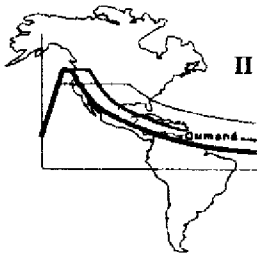
The details of the methodology for investigation of the seismic microzoning will be described as follows.

- [1] Estimation of the assumed earthquake and source mechanism.
- [2] Estimation of the path and site effect for the seismic wave propagation.
- [3] Classification of geological condition concerned to deep underground structure and grouping of surface soft sub-soil condition concerned to shallow deposit layer
- [4] Zoning of ground condition based on the computation of earthquake response calculation and analysis for the dynamic characteristics of ground considering the engineering judgement
- [5] Estimation of earthquake damage of structures and facilities.

III Microtremor Observations

In September 1994, authors observed microtremor in Caracas and Cumaná City in Venezuela as preliminary survey for seismic microzonation in the cities. The stations of microtremor observation were not so much, but we can say that if we can use some kinds of the data of underground conditions, we can make the seismic microzonation map considered with dynamic characteristics.

In this paper, it will be shown that a concept of seismic microzonation and results of microtremor observations.



**II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA**
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

**LOS DIQUES DE PROTECCIÓN COSTANERA DEL LAGO DE MARACAIBO,
VENEZUELA: UN EJEMPLO DE MICROZONIFICACIÓN "LINEAL"**

Juan Murria¹

¹ Ingeniero Consultor, Maracaibo, FUNVISIS, Caracas; FUNPRIS, Cumaná, Venezuela

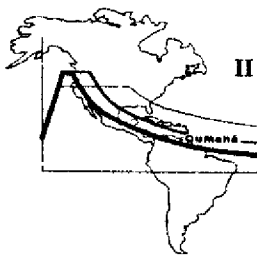
La producción petrolera en los yacimientos someros de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo, Venezuela, ha ocasionado un hundimiento ("subsistencia") de hasta 5.3 m lo cual, unido a la geomorfología de la zona (tierras bajas y anegadizas), ha hecho necesaria la construcción de tres diques costaneros para proteger de las aguas del Lago tanto vidas humanas, como instalaciones petroleras, en los campos de Tia Juana, Lagunillas y Bachaquero, respectivamente. La longitud total de los tres diques costaneros es de 48.8 Km.

Estudios llevados a cabo por INTEVEP y MARAVEN sobre la sismicidad y geología sísmica del noroccidente de Venezuela, así como un detallado estudio geotécnico de los suelos de fundación de los diques, han evidenciado el riesgo de falla de los mismos debido a la licuefacción de los suelos.

INTEVEP y MARAVEN, han diseñado una serie de medidas ingenieriles orientadas a mitigar las consecuencias de una falla de dichas estructuras.

El diseño de estas medidas ha necesitado una microzonificación "lineal" a lo largo de los ya mencionados 48.8 Km de diques, tomando en cuenta las características particulares de los suelos de fundación y la geometría de dichas estructuras. Estas medidas están en avanzado proceso de implantación y consisten básicamente en:

- Construcción de una berma aguas abajo.
- Ampliación del rompeolas aguas arriba.
- Implantación de pilas de compactación en algunas secciones del dique.



**II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA**

**Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995**

**ANÁLISIS DE RESPUESTA DINÁMICA DE PERFILES DE SUELO Y
MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA EN UN ÁREA DE LA
COSTA ORIENTAL DEL LAGO DE MARACAIBO**

Eduardo Celis G.¹ & Américo Fernández U.¹

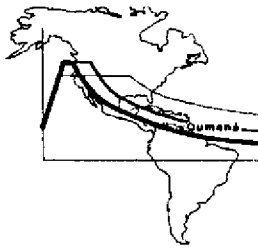
¹ Departamento de Ingeniería General, INTEVEP S A , Los Teques, Venezuela.

Con la finalidad de incrementar la confiabilidad de instalaciones petroleras ante acciones sísmicas y racionalizar el uso de las tierras en la planificación de nuevos desarrollos, la Industria Petrolera Venezolana realiza en la actualidad estudios de microzonificación sísmica en áreas de interés petrolero.

Las características de los movimientos sísmicos en la superficie están determinados por muchos factores, entre los que se encuentran la fuente sísmica, la atenuación de la intensidad del movimiento con la distancia y los efectos locales del suelo. Los efectos de dichos movimientos no están relacionados con daños estructurales sino también con riesgos geotécnicos como licuación, deslizamientos y movimientos de fallas.

El efecto de las variaciones locales del suelo ha sido observado en sismos pasados en los que se han registrado intensidades muy variables aún en pequeñas áreas. De esta manera, la evaluación del efecto local del suelo tiene una gran importancia en los estudios de zonificación sísmica. Un ejemplo de la importancia de los efectos locales de suelo representa el sismo de México en 1985, cuya fuente se localizó a más de 300 km de Ciudad de México. Más de 300 edificaciones localizadas sobre un viejo lago, caracterizado por arcillas muy blandas, sufrieron daños de consideración, mientras que los daños en las proximidades del epicentro fueron moderados a leves.

En este trabajo se presentan los resultados de la evaluación del efecto local del suelo sobre la magnitud de las aceleraciones superficiales producidas por terremotos, en una franja de aproximadamente 9 km de longitud. De esta manera se zonifica dicha franja en relación a aceleraciones máximas esperadas del terreno y se definen espectros de diseño elástico promedios, válidos para diferentes sectores de la franja. Los resultados del estudio pueden ser utilizados para evaluar riesgos geotécnicos, tales como potencial de licuación, análisis de estabilidad dinámica de taludes, análisis de deformaciones, diseño sismo-resistente de estructuras, entre otros.



**II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA**
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

**MICROSISMICIDAD, TECTÓNICA Y POTENCIAL SÍSMICO EN LA REGIÓN SUR
DEL CARIBE Y CENTRO-NORTE DE VENEZUELA: IMPLICACIONES EN EL
DESARROLLO URBANO**

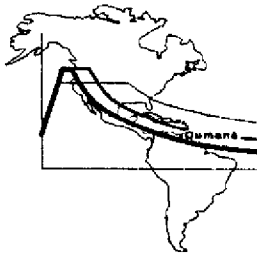
Omar J. Pérez¹ & José L. Alonso²

1 Universidad Simón Bolívar, Dpto. de Ciencias de la Tierra, Caracas, Venezuela

2. Universidad Metropolitana, Dpto. de Ingeniería Civil, Caracas, Venezuela

Alrededor de 1000 microsismos con $m_b < 4$ han sido localizados en la región centro-norte de Venezuela y Sur del Caribe ($9^{\circ} 12' N$; $64^{\circ} 70' W$) luego de la instalación en 1980 de la Red Sismológica Nacional, así como 40 eventos de magnitud $m_b > 4$, dos de ellos con $M_s \sim 6$. Las profundidades focales están en su gran mayoría en el rango de 0 a 25 kms. Esta compleja región geológica es parte del borde de placas entre las Placas del Caribe y Suramericana. Las localizaciones epicentrales indican que esta porción de dicho borde, de orientación E-W, está conformada por dos sistemas de fallas subparalelas de ~ 400 Kms de longitud: la zona de fallas de San Sebastián (FSS) a lo largo de la costa ~ 20 Kms al Norte de Caracas, y la zona de fallas de La Victoria (FLV) cuya traza ocurre ~ 25 Kms al Sur de esa ciudad. Dichas zonas de fallas están claramente delineadas por la microsismicidad. Una serie de nuevos mecanismos focales compuestos en esas indican fallamiento E-W transcurrente lateral dextral (FTLD). Fallas de orientación NW-SE ocurren en la región e interceptan las principales de rumbo E-W. Esas intercepciones muestran altos niveles de microsismicidad cuando son comparados a otras porciones de ambas, las fallas principales y las subsidiarias. Nuevos mecanismos focales en esos sitios de cruces de fallas muestran una combinación de FTLD y fallamiento normal de rumbo NW-SE, en una especie de fallamiento "*en échelon*". datos geológicos y comparaciones cualitativas con otros bordes de placas transcurrentes en el mundo sugieren que la tasa de movimiento relativo de placas en esta región está en el orden de los 2 cms/año. Varios terremotos mayores han ocurrido en la FSS y la FLV en los últimos ~ 300 años, incluyendo un $M_s \sim 7.6$ en 1900 sobre la FSS. Aunque la región puede estar relativamente lejos de una repetición de este evento, la sismicidad indica que sismos destructores podrían ocurrir a lo largo de segmentos de las fallas que hemos identificado como sísmicamente activas, incluyendo la Falla de Las Adjuntas de rumbo NW-SE que atraviesa el Oeste de Caracas.

Durante el sismo de Caracas de 1967 ($M_s = 6.9$) la profundidad y características de los depósitos de suelo tuvieron efectos significativos en la distribución de daños en la



II COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE "MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA"
V REUNIÓN DE COOPERACIÓN INTERAMERICANA
Corporiente, Cumaná, Venezuela
12 al 16 de junio de 1995

ciudad, en particular cuando los períodos naturales de esos depósitos aproximaron los períodos fundamentales de las edificaciones existentes.

Para propósitos de ingeniería hemos evaluado la respuesta sísmica de los depósitos de suelos en Caracas en términos de espectros de respuesta de aceleración normalizados y de sus períodos dinámicos en diferentes sitios, tomando en cuenta tanto la sismicidad local y regional, como las condiciones del subsuelo. Finalmente, elaboramos mapas de vulnerabilidad sísmico-estructural de edificaciones con diferentes períodos fundamentales en la ciudad.