

**MINISTERIO DE LA CIENCIA,  
TECNOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE.**

**CENAIIS-CITMA**

**TALLER SOBRE MANEJO DE RIESGO  
SISMICO**

**ESQUEMA PRONOSTICO DE RIESGO  
SISMICO DE LA LOCALIDAD DE PILON.**

**AUTORES: F. Guasch, B. Avich y E. Arango.**

SANTIAGO DE CUBA  
1995.



Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales

## **ESQUEMA PRONOSTICO DEL RIESGO SISMICO DE LA LOCALIDAD DE PILON.**

**F. Guasch, B. Avich, E. Arango .  
Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas. ACC.**

### **Resumen**

La actividad sísmica de Cuba Oriental manifiesta que el municipio costero de Pilon es la zona del país más afectada por la ocurrencia de sismos de gran intensidad en los últimos 20 años. El estudio macrosísmico detallado de los megasismos del 19/2/1976 ( $M_s=5.7$ ) y el 25/5/1992 ( $M_s=6.8$ ), realizado por los autores, indica que las intensidades reportadas en Pilon, además de estar asociadas con la distancia hipocentral y la magnitud de los terremotos, refleja que las condiciones tectónicas, geológicas e ingeniero-geológicas locales, han influido decisivamente en la respuesta estructural de las edificaciones y los daños producidos. Se significa una zonación típica en la distribución de intensidades en la localidad, lo que permite establecer un Esquema Pronóstico de Riesgo y realizar recomendaciones en cuanto al uso racional del suelo, la utilización de los sistemas constructivos más adecuados y la disminución del riesgo sísmico.

### **Abstract**

The Cuban Oriental seismic activity show that Pilon coaster town is the more effected by occurrence of hight intensity earthquake in the twenty last years. The macroseismic studies of the 19/2/1976 ( $M_s=5.7$ ) and 25/5/92 ( $M_s=6.8$ ) earthquakes shown the influence of geological and engineering-geological characteristics, furthermore the hipocentral distance and the earthquake magnitude, in the structural response of the buildings. Give a typical zonation in the intensity distribution at the located and permit to stablish on the base of engineering evaluation a prognostic mape to the effect expected and to give recomendations about to the rational land use and the utilization of the constructive sistems more adecuate whit the disminution of seismic risk.

### **INTRODUCCION**

La ocurrencia de los sismos de Pilon en 1976 ( $I_{max}=VIII$ ) y Cabo Cruz en 1992 ( $I_{max}=VII$ ), los más intensos en los últimos 45 años en el país, ponen de manifiesto que la estructura Bartlett u Oriente constituye la primera Zona de Origen de Terremotos (ZOT) en importancia en el territorio cubano y a su vez determina la necesidad de incrementar los estudios de Riesgo con vistas a mitigar los efectos de terremotos de gran intensidad en la Región Suroriental de Cuba, específicamente de los principales asentamientos poblacionales.

En tal sentido se trabaja actualmente en la Ciudad de Santiago de Cuba y desde 1992 con el proyecto "Investigaciones Sismológicas Complejas para la Región Litoral de la Sierra Maestra (Guasch F, et al;1992 ) en el Municipio Costero de Pílon en la Provincia Granma.

Son muchas las experiencias y los métodos de microzonificación sísmica tendientes a evaluar las variaciones de la intensidad en una localidad en específico (González B, et al;1991) y muchos los autores que enfatizan la necesidad de las investigaciones sobre los suelos de fundación en asentamientos poblacionales (Lomnitz, 1987; Galli, 1993); pues cada día la naturaleza se encarga de demostrarnos la estrecha relación existente entre los daños y el tipo y condiciones imperantes en el subsuelo en los terremotos de Caracas 1967, Lima en 1974 y México 1985, son ejemplo de esto.

### **CARACTERISTICAS GEOLOGO-TECTONICAS REGIONALES**

La parte oriental de nuestro país se caracteriza por la complejidad de su constitución geológico tectónica la cual es el reflejo de las diferentes etapas de evolución por la que ha atravesado y como resultado de las cuales es posible en la actualidad diferenciar distintas regiones con sus características estructurales propias, litología, edad y tectonismo.

El área que ocupa la municipalidad de Pílon se encuentra ubicada precisamente en el límite de dos grandes estructuras regionales.(Cobiella, et al, 1983)

1. El Anticlinorium Sierra Maestra.
2. La Fosa de Bartlett.

Tectónicamente el territorio se encuentra en un bloque al que llamamos Pílon (Guasch, et al, 1992), limitado al sur por la zona de fallas Bartlett-Caimán y al norte por un sistema que lo divide del bloque que forma la Sierra Maestra Occidental con una dirección de este a oeste.

El bloque "Pílon" forma un escalón bien definido entre las estructuras hundidas de la fosa de Bartlett y levantadas de la Sierra Maestra con una tendencia al levantamiento a partir del Plioceno, su estructura es monoclinial con buzamientos al norte extendiéndose desde las inmediaciones de la Caoba y Las Puercas al oeste hasta el sur de Punta Piedra - Punta Farallones al este donde sólo emerge una parte de él. Precisamente teniendo en cuenta la posición que ocupa este bloque en el cuadro tectónico, entre dos grandes estructuras activas en la etapa y desarrollo geológico reciente se puede valorar como un bloque activo en el que interactúan directamente los mecanismos de generación de los terremotos en esta parte del extremo sur occidental de la región oriental .

## SISMICIDAD Y PELIGROSIDAD DE LA REGION

Cuba, ubicada en la periferia norte del mar Caribe denota en su región suroriental una manifiesta sismicidad, originada en la frontera entre la Placa del Caribe y la microplaca Cubana dentro de la Placa de Norteamérica, mientras que el resto de su territorio se encuentra afectado en menor grado por terremotos asociados a estructuras de carácter local (Alvarez y V.Bune, 1977). Como lo demuestran los mapas de epicentros, la sismicidad a lo largo de la ZOT Bartlett no resulta homogénea, significándose tres sectores fundamentales, uno central entre los 75-77 grados, asociado básicamente al promontorio de Santiago de Cuba (Oriente 1,  $M_{\max}=8$ ); uno oriental al este de los 77 grados, asociado a la Cuenca de Imías (Oriente 3,  $M_{\max}=7.6$ ) y un sector occidental al oeste de los 77 grados (Oriente 2,  $M_{\max}=7.6$ ) centrado en Cabo Cruz, en el cual han ocurrido los terremotos más fuertes de los últimos 20 años en Cuba. (Guasch, et al, 1993).

Históricamente los sismos que afectan Pilón son los que ocurren en el sector central y occidental fundamentalmente, aunque no se descarta la sismicidad que muestra Cauto-Nipe sobre todo en la región de Bayamo. Los estimados de peligrosidad sísmica establecidos en (Guasch, 1992), indican valores de intensidad para la región de Pilón de VII para periodos de recurrencia de 100 años.

## EVALUACION MACROSISMICA DE LOS MEGASISMOS DE 1976 Y 1992

Tomando como criterio que no hay mejor método para evaluar los efectos de los terremotos sobre las edificaciones y el medio natural que estudiar en detalle la distribución de intensidades asociadas a un foco sísmico y su vinculación con las principales estructuras geológicas presentes en un área. (Khalturin, et al. 1989); nos dimos a la tarea de profundizar en los dos sismos de gran intensidad que han afectado la localidad de Pilón, específicamente en lo concerniente al campo macrosísmico y la evaluación ingenieril de las edificaciones. A continuación mostramos las principales características de estos eventos.

Terremoto de Pilón, 19 de febrero de 1976.

$t_o=13\ 59\ 59.8$  UT,  $LN=19.87$ ,  $LW=76.87$ ,  $H=15$  Kms,  $Ms=5.7$ ,  $I_{\max}=VIII$

Este sismo estuvo asociado genéticamente a la estructura Bartlett-Caimán, presentando un mecanismo focal con predominio del movimiento horizontal del tipo lateral siniestro. Estudios precedentes realizados por Alvarez, et al, (1984), señalan que la intensidad máxima reportada se circunscribe a un tramo de la costa cercano a la localidad de Pilón y corresponde a VIII grados en la escala MSK. La forma de esta isosista central es justificada por el mecanismo de generación descrito por Bouchon en 1980.

Este enfoque no llegó a definir la influencia de las condiciones geológicas, tectónicas, e ingeniero-geológicas en la distribución de intensidades, ni establece un análisis ingenieril en las

principales construcciones afectadas, aspectos estos de gran importancia en la evaluación del riesgo y la conformación de los planes contra catástrofes naturales.

Por tal motivo durante la realización de los trabajos de levantamiento geológico correspondientes al proyecto "Investigaciones Sismológicas Complejas para la región Litoral de la Sierra Maestra", se hizo una evaluación exhaustiva del campo macrosísmico de este terremoto entre las localidades de Río Macío a Boca de Toro, lográndose reconstruir la isosista central a través de 28 puntos de muestreo y obteniendo así un material más representativo que el publicado en 1984. (Guasch, et al, 1992). (Fig 1, Tabla 1). De igual forma se completó el estudio con la evaluación ingenieril de las edificaciones afectadas en la localidad de Pílon. A nuestro juicio la isosista central es un reflejo de la tectónica y la geología de la región litoral además de estar relacionada con la zona de ruptura propuesta.

**Tabla 1.: Relación de puntos encuestados para el trazado de la isosista central del Terremoto del 19 de Febrero de 1976.**

|                    |                      |                       |
|--------------------|----------------------|-----------------------|
| 1.- Pílon.         | 10.- Durán           | 20.- Barranca Honda   |
| 2.- Calabaza.      | 11.- Sevilla Arriba  | 21.- M. del Portillo  |
| 3.- Pta Hicacos.   | 12.- La Manteca.     | 22.- Mota.            |
| 4.- Dos Bocas.     | 13.- La Represa.     | 23.- Pta. Camaroncito |
| 5.- Caoba.         | 14.- Boniato.        | 24.- Camarón Grande.  |
| 6.- Corcovado.     | 15.- La Llorona.     | 25.- El Rosario.      |
| 7.- Boca del Toro. | 16.- Pta Piedras.    | 26.- El Martirio.     |
| 8.- Las Guásimas.  | 17.- Caletón.        | 27.- El Salvial.      |
| 9.- El Plátano     | 18.- Santi Spiritus. | 28.- El Macío.        |
|                    | 19.- Los Letreros.   |                       |

Terremoto de Cabo Cruz, 25 de Mayo de 1992.

to=16 56 00.0 UT, LN=19.44, LW=77.83, H=30 Km, Ms=6.8, Imax=VII

Este terremoto se produce más al oeste que el de Pílon/76, en una zona donde las estructuras geológicas no presentan la dirección usual de Bartlett - Caimán (E-W), sino (NE-SW), (Lapiné, et al, 1988.), y donde se produce la confluencia de las zonas activas Cauto-Nipe y Sur Cubana, que junto a Bartlett son las responsables de la densidad de epicentros que se observa en el área de Cabo Cruz, (Guasch, et al, 1993). Tuvo una intensidad máxima reportada de VII grados en la escala MSK, su isosista central abarcó un área entre Cabo Cruz, Niquero y Pílon. A diferencia del sismo de 1976 las mayores intensidades se reportaron en la dirección de la estructura Cauto-Nipe y la Cuenca del Río Cauto. En la localidad de Pílon se observó una tendencia similar a la manifestada en 1976, con la concentración de los efectos en zonas específicas.

## **RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES (SISMOS DEL 19/2/76 Y EL 25/5/92)**

Pilón es un asentamiento poblacional con más de 18 000 habitantes. El 32% de las edificaciones existentes son de tipo A, 52% de tipo B y 16% de tipo C, como se observa predominan las construcciones de tipo A y B (84%, clasificación según escala MSK).

Los análisis macrosísmicos detallados en la localidad (Guasch, et al. 1992) ponen de manifiesto la existencia de zonas como el barrio La Pesquera, donde se han concentrado los efectos de los terremotos fuertes, es decir, las principales afectaciones no se han producido en las edificaciones predominantes (tipo A y B), ni en las más vulnerables desde el punto de vista constructivo, sino en aquellas que se consideraban más resistentes. Esto sugirió la realización de un análisis ingenieril de los principales efectos producidos por ambos terremotos en esta localidad, para conocer sus causas y poder establecer recomendaciones con relación a los sistemas constructivos más adecuados.

### **1.- Centro Comercial: "La Gaviota". La Pesquera.**

Edificación formada por columnas de 6m de alto encima de las cuales descansan vigas prefabricadas de 12m de largo que se unen encima de la columna central, la cubierta es de bovedillas y la cimentación aislada. En 1976 sufrió daños severos, apareciendo grietas cruzadas a 45 grados en algunas paredes de mampostería (bloques) del frente de la edificación, lo que provocó el colapso de las mismas, produciéndose además desprendimientos del repello y otras grietas longitudinales en algunas paredes no reforzadas ni ancladas, en la unión de estas con vigas y columnas.

Producto del terremoto del 25/5/92, en este mismo local reaparecieron algunas grietas pasantes en paredes que fueron mal reparadas, así como el desprendimiento del repello en columnas en el frente de la tienda y otras grietas grandes en el borde superior de algunas paredes exteriores, denotando la ausencia de amarre entre elementos estructurales y no estructurales. Producto del movimiento de la edificación, las vigas longitudinales de 12m de largo se han separado en la junta de unión entre estas, coincidentemente, las paredes agrietadas se encuentran ubicadas debajo de estas vigas. En esas mismas condiciones se encuentra la tienda de productos industriales que está ubicada al lado de esta edificación y que fue ejecutada con el mismo sistema constructivo descrito anteriormente. Ambas instalaciones, por sus dimensiones y características del sistema constructivo tienen un peso propio grande, y este es un factor que puede influir en su interacción con el suelo en el que se encuentran ubicadas.

Alrededor del Centro Comercial de La Pesquera, hay varias casas de un nivel estructural, construidas con paneles prefabricados (sin columnas), con cubierta pesada (prefabricada), las cuales resultaron afectadas por el terremoto del 19/2/76, apareciendo grietas pasantes en la unión entre los paneles en el sentido vertical y en la unión entre paneles y vigas zapatas perimetrales

(sentido horizontal), así como en las esquinas de los huecos para ventanas y puertas (a 45 grados).

A raíz del terremoto del 25/5/92 aparecieron grietas en otras edificaciones del mismo tipo, así como en edificaciones de dos niveles del sistema constructivo Sandino y en las nuevas construcciones de suelo-cemento.(Avich B., et al. 1993).

## **2.- Escuela Primaria: "Andrés Bóizín". La Pesquera.**

Edificación constituida por una estructura mixta, o sea, una parte de hormigón prefabricado y otra formada por pórticos fundidos in situ. En la estructura formada por pórticos fundidos in situ se produjo un intenso agrietamiento producto del terremoto de Pílon de 1976, apareciendo grietas ramificadas en las paredes, en la cubierta y en las uniones de la pared con la losa de cubierta.

Estas grietas fueron mal reparadas por lo que volvieron a salir producto del terremoto del 25/5/92,, fundamentalmente en el local que ocupa la dirección de la escuela donde se observa además asentamiento en las paredes de la esquina del local.

En la estructura prefabricada se observan grietas en la unión de las paredes transversales con las columnas. En la zona de unión de la estructura aporticada in situ y la prefabricada se observan grietas notables debido al choque entre las dos estructuras por falta (o mal funcionamiento) de una junta de expansión que evitara estos efectos. En varias secciones de la edificación se observan grietas pasantes horizontales en una pared divisoria encima del marco de la puerta. Aparecen además grietas en pared colocadas bajo vigas en el borde superior de la misma las cuales son grietas típicas a 45 grados de aproximadamente 1 mm de ancho provocadas por fuerzas de cortante.

## **3.-Escuela Primaria: "Mártires del Mareón".**

Instalación formada por varias edificaciones de mampostería, vigas y columnas fundidas in situ y cubierta pesada (paneles de hormigón armado) la cual fué construida en 1944, resultando seriamente afectada por el terremoto del 19/2/76, que provocó grandes afectaciones en la estructura que trajeron como consecuencia la inutilización de este local por más de un año. La cubierta fué sustituida por otra de losas spirroll que presenta actualmente grietas en casi todos los intercolumnios, así como en los aleros.

Las vigas, agrietadas producto de este terremoto en los extremos y en su parte central, fueron apuntaladas y actualmente se encuentran agrietadas con los aceros de refuerzo al descubierto, lo cual se ha acentuado después del terremoto del 25/5/92. Actualmente se observan asentamientos en las vigas zapatas y grietas en la unión de estas con las paredes, así como grietas en los aleros de la losa de cubierta.

## OTRAS AFECTACIONES

Producto del terremoto del 19/2/76 se produjeron danos también en el espigón de la Terminal Pesquera, reportándose caída de estantes y motores pesados, desajustes en los soportes de acero de la conductora de melaza del Central y desprendimientos del repello en la chimenea del mismo. Además se produjeron deformaciones en los raíles del puente que conduce al embarcadero y en las paredes de un centro turístico que se encontraba en construcción en punta de Hicacos, así como grietas en numerosos puntos del parqueo y las aceras. (Alvarez, et al. 1984). Los edificios Gran Panel Soviético construidos en la década del 70, también resultaron afectados reportándose grietas en las uniones entre paneles prefabricados y en las paredes, fundamentalmente en los pisos altos. En la zona de La Represa resultó afectada una vivienda de guano, en la cual se reportó la inclinación de los horcones y la salida de uno de estos de la tierra, lo que provocó el cambio de lugar de la casa. En Calabaza, se produjeron grietas en una vivienda de mampostería y horcones de madera, así como la caída de bloques de las paredes.

Producto del terremoto del 25/5/92 se reportaron danos en otros puntos de la localidad como es el caso del Hospital de Pilón, edificación prefabricada de dos niveles, construida con el sistema constructivo Girón donde se observan grietas en las juntas de unión viga-columna por la ausencia de anclaje entre las mismas y grietas en paredes de mampostería, con caída del mortero que cubre la junta de dilatación de esta estructura.

En el policlínico, edificación de dos niveles del sistema constructivo Girón, ubicado al lado del Hospital, se produjeron grietas pasantes verticales en casi todos los muros de la misma y en las uniones de las paredes y las columnas. Tanto el policlínico como el hospital son construcciones recientes que no existían en 1976.

Con vistas a continuar los estudios encaminados a conocer el comportamiento de las estructuras ante las sacudidas sísmicas en esta localidad, y evaluar la distribución de intensidades en el territorio, se tomó una muestra patrón de 50 edificaciones de diferentes tipos constructivos atendiendo a la clasificación A, B y C de la escala MSK, las cuales están distribuidas en toda el área. (Avich, et al. 1993).

## CONDICIONES INGENIERO-GEOLÓGICAS LOCALES

El comportamiento observado en las construcciones y las intensidades sísmicas reportadas en la localidad de Pilón, nos sugiere pensar en la influencia que producen las condiciones del suelo imperantes y la profundidad del nivel freático en los valores de intensidad observados.

Pilón se caracteriza como asentamiento poblacional por desarrollarse sobre suelos areno arcillosos pertenecientes a la formación Río Macío de origen aluvial, representada en la



localidad por potentes espesores de sedimentos que sobrepasan las decenas de metros. Los mismos se caracterizan por ser predominantemente areno arcillosos en superficie e incrementar la granulometría en profundidad, con la aparición de gravas y cantos rodados típicos de formaciones aluvio-deluviales. Las propiedades físico-mecánicas de este suelo son: Peso específico ( $\gamma = 2.70-2.75$  g/cm<sup>3</sup>), Cohesión ( $C=0.25$ ), Angulo de fricción interna ( $\phi=26^\circ$ ), Límite Líquido ( $LL=25$ ) y Límite plástico ( $LP=18$ ). La parte litoral del poblado esta asentada sobre suelos arcillosos de origen palustre, muy plásticos y con abundante materia orgánica, pertenecientes a la Formación Jutía.

Estos factores unidos a la posición del nivel freático (estudiado a través de la red de pozos existentes) nos han llevado a plantear un esquema de condiciones ingeniero-geológicas para la localidad de Pílon, que es argumentado con la información macrosísmica proporcionada por dos sismos de gran intensidad y que permite por tanto, el establecimiento de zonas que caractericen los efectos a esperar y la proyección de una política preventiva en aras de evitar en el futuro la repetición de las fallas constructivas observadas.

#### ESQUEMA PRONOSTICO DEL RIESGO SISMICO DE PILON

En la Fig 2 se muestran las cuatro zonas delimitadas y se detallan sus características en base a las condiciones imperantes en ellas así como los procesos físico-geológicos más probables .

**Zona A: Muy desfavorable.** Se caracteriza por la presencia de suelos arcillosos orgánicos de alta compresibilidad y un alto porcentaje de saturación. Aquí es posible la ocurrencia de penetraciones del mar, fuertes asentamientos y fenómenos de licuefacción ante sismos intensos, tanto el suelo como el agua presentan alta agresividad al acero y al hormigón.

**Zona B: Desfavorable.** Se caracteriza por la presencia de suelos arenosos-limosos que en profundidad aumentan su granulometría. Estas condiciones unido a la cercanía del nivel freático condicionan el incremento de los efectos sísmicos (Intensidades) en esta zona como los ocurridos en el barrio La Pesquera durante los sismos de 1976 y 1992.

**Zona C: Favorable.** Se caracteriza por la presencia de suelos arenosos que se intercalan en profundidad con capas de material gravoso. Aquí las profundidades del nivel freático están por debajo de los 10m. Estas condiciones hacen posible que esta zona sea favorable ante la ocurrencia de un evento sísmico dentro de la cuenca de Pílon.

**Zona D: Montanosa y Premontanosa.** Desde el punto de vista de la constitución litológica (tipo de roca) esta zona es la más favorable para la construcción de diferentes tipos de obras, principalmente subterráneas. No obstante presenta un alto grado de

tectonismo como consecuencia de las fallas que la dividen en una serie de bloques lo que hace que puedan ocurrir deslizamientos o derrumbes de taludes inestables en caso de ocurrir un evento sísmico.

El esquema propuesto constituye un documento orientativo para la planificación del uso del suelo en la localidad, la microlocalización de las construcciones y en una primera aproximación según experiencias internacionales (Mirza, et al, 1986); constituye un Esquema Pronóstico de Riesgo Sísmico.

### CONCLUSIONES

Este trabajo constituye un aporte al conocimiento de la Región y una forma efectiva de orientar las acciones de prevención y mitigación de los efectos de terremotos fuertes en Cuba.

El área que sufrió afectaciones de VIII grados de intensidad en el terremoto del 19 de Febrero de 1976 es un reflejo de la tectónica, la geología y las condiciones ingeniero-geológicas de la región litoral del municipio Pílon.

Los efectos mayores de los megasismos del 19/2/76 y el 25/5/92 en la localidad de Pílon, se produjeron fundamentalmente en zonas cercanas a la costa, donde los niveles freáticos están entre los 2-3m de profundidad.

Como se ha presentado en la valoración ingenieril de los daños producidos en las edificaciones por los dos terremotos estudiados, podemos concluir que las edificaciones más afectadas por estos eventos sísmicos, no fueron las predominantes en la localidad (tipos A y B), sino por el contrario, edificaciones de reciente construcción (tipo C), utilizando técnicas de construcción prefabricada en la mayoría de los casos.

A partir de un esquema de condiciones ingeniero-geológicas y el estudio macrosísmico detallado, es posible proponer un esquema pronóstico de efectos a esperar, lo que da la medida del riesgo al que está sometida la localidad.

### RECOMENDACIONES

Se recomienda regular el uso del suelo para la construcción de nuevas edificaciones, teniendo en cuenta el esquema pronóstico de riesgo sísmico, así como realizar el estudio detallado de los tipos constructivos a utilizar en cada una de las zonas en dependencia de las condiciones ingeniero-geológicas del suelo en que estarán cimentadas las mismas, evitándose el uso de cimentaciones aisladas en las zonas A y B, así como limitar la altura de las mismas en más de dos niveles estructurales para no tener que encarecer el costo de la obra mediante la hincada de pilotes.

## REFERENCIAS.

- Alvarez L., M. Serrano, M. Rubio, T. Chuy, B. Gonzáles (1984). "El Terremoto del 19 de Febrero de 1976. Pílon. Región Oriental de Cuba". Revista Investigaciones Sismológicas en Cuba. No 5. pp 5-60. 1984.
- Alvarez L y Bune. (1977). "Estimación de la peligrosidad sísmica para la parte suroriental de Cuba". Serie Física de la Tierra. No 10.
- Avich B., I. Vega, R. Oliva. (1993). "Valoración Ingenieril del Terremoto de Cabo Cruz del 25 de Mayo de 1992 en Cuba Oriental". Informe Científico Técnico. Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas. ACC.
- Avich B., F. Pérez, (1993). "Propuesta de Muestra control para la realización de estudios macrosísmicos detallados". Informe Científico-Técnico. Fondos del Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas. ACC.
- Bouchon M., (1980) "The motion of the ground during an earthquake". 1. The case strike-slip fault." Journal Geophysic. Res., vol 85. No 31. pg 356-366.
- Cobiella J.L., J. Rodríguez, (1988). "Algunos rasgos de la geología de Cuba Oriental". Revista Ciencia y Técnica. ISPJAE.
- Colectivo de autores. (1991) "Nuevo Atlas Nacional de Cuba".
- Galli C. (1993). "Estudios sobre los suelos de fundación de Chile". Comunicación Personal.
- Gonzáles B.E., (1991). "Estimación del efecto sísmico en la ciudad de Santiago de Cuba". Tesis de opción al grado de Candidato a Doctor en Ciencias Físicas. Instituto de Geofísica y Astronomía. ACC.
- Guasch F., E. Arango, B. Avich, T. Chuy, J. Zapata, (1992). "Investigaciones Sismológicas Complejas para la región turística del Litoral Sur de la Sierra Maestra. Municipio Pílon. Provincia Granma". Informe científico Técnico. Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas. ACC.
- Guasch F., E. Arango, R. Mojena, (1993) "Características sismotectónicas de la zona de origen del terremoto del 25 de Mayo de 1992, en Cuba Oriental". Informe Científico Técnico. Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas. ACC.
- Khalturin V.I., A.M. Shomakhmadov, E.G. Gedakyan, N.M. Sargsyan (1989). "The amplification of macroseismic intensity in the Leninaican area". Complex Seismology Expedition, Institute Physics of Earth. URSS.

- Lapiné B., E. Calais, (1988). "Informe SEACARIB II". On board report. CNRS/INSU. pp. 40-71.
- Lomnitz C.,(1987). "Oleaje Sísmico: Posible causa de la catástrofe?" Información Científico-Tecnológica. Volumen 9. No 133. México. Octubre 1987.
- Mirza M.A. and M.Z. Babar,(1986) "Seismic Risk evaluation of northern Pakistan a predictive approach". pp. 125-138.

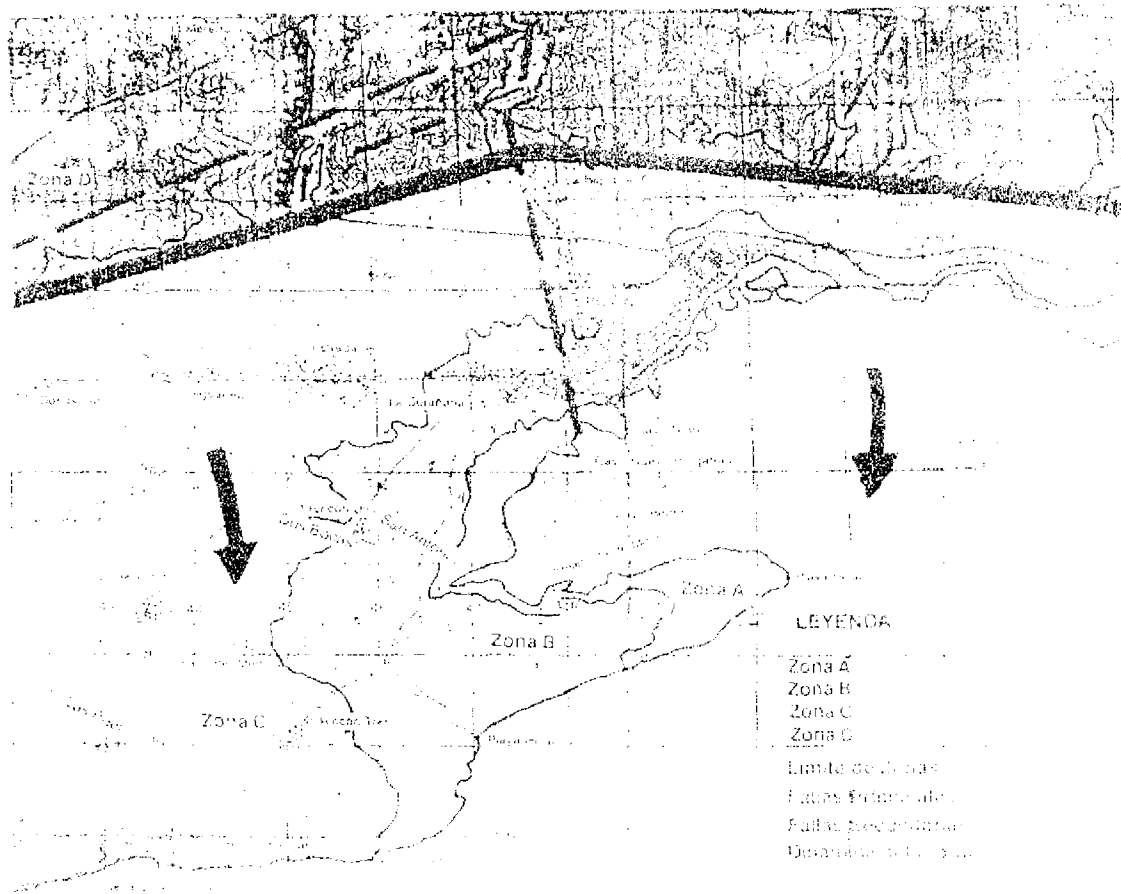


Fig. 1. Volcans en la zona central de México.

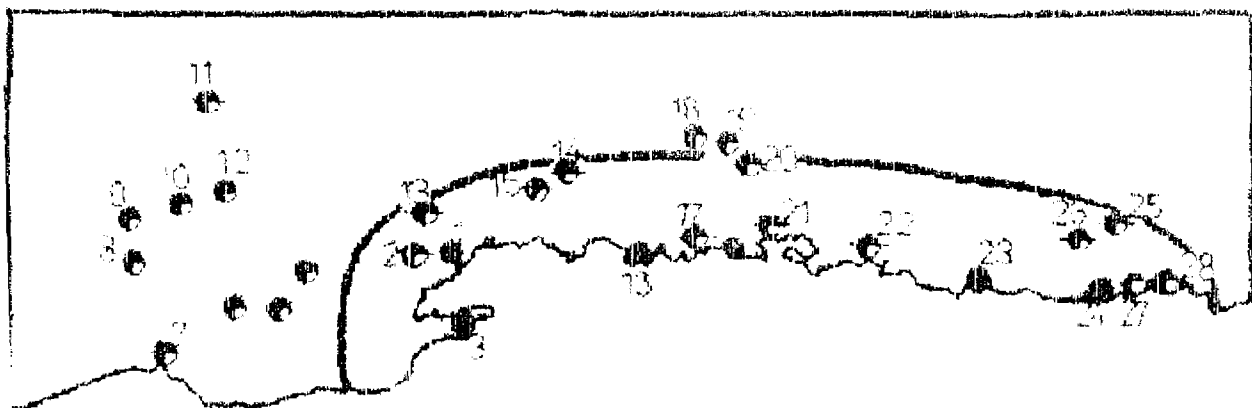


Fig. 1. Sísmica Central del Terremoto del 19/02/1976

- VII
- VI-VII
- VI

Escala 1:1000 000