

MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE

**CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES SISMOLOGICAS
CENAI**

**INSTITUTO DE GEOFISICA Y ASTRONOMIA
IGA**

**MACROSISMICA DE CUBA
Y SU APLICACION EN LOS ESTIMADOS DE
PELIGROSIDAD Y MICROZONACION SISMICA**

Autor: Lic. Tomás J. Chuy Rodríguez

Tesis en opción al Grado de Doctor en Ciencias Geofísicas

**Santiago de Cuba
1999**

SISMICIDAD HISTORICA DE CUBA Y SU APLICACION EN LOS ESTIMADOS DE PELIGROSIDAD Y MICROZONACION SISMICA

Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Geofísicas
Autor: Lic. Tomás Jacinto Chuy Rodríguez

RESUMEN DE APORTES Y RESULTADOS

1. Catálogo de Sismos Perceptibles (1528-1990) con parámetros espacio-energéticos asignados a cada terremoto, preparado como Base de Datos para estudios de sismicidad, sismotectónica y peligrosidad sísmica. Con este catálogo es posible extender los periodos de representatividad de las magnitudes de terremotos en Cuba y establecer mayor precisión en la potencialidad sísmica de estructuras activas y en los estimados de peligrosidad sísmica. Se presenta en forma condensada como un anexo.
2. Atlas de Isosistas de Terremotos de Cuba (1528-1990), que permite realizar valoraciones sobre la atenuación sísmica en términos de intensidad. Esta es la única forma posible de hacerlo, toda vez que en Cuba no hay sistemas especializados para el registro de terremotos fuertes. Se presentan como anexo los más significativos ocurridos en el archipiélago cubano.
3. Mapas de Epicentros Macrosísmicos y de Intensidades Sísmicas Máximas Reportadas, que permiten tomar criterios sobre los diferentes niveles de peligrosidad sísmica a que está sometido el territorio nacional, especialmente con fines de proyección y planificación.
4. Parámetros de atenuación sísmica de las Estructuras Sismogénicas de Cuba ($M \geq 5$) y zonas aledañas, los cuales pueden ser utilizados igualmente en la proyección de obras y en el análisis de variantes metodológicas para el estudio de la peligrosidad sísmica del país.
5. Mapa de Peligrosidad Sísmica de Cuba a escala 1:1 000 000, en términos de la aceleración horizontal máxima (% g) para suelos tipo S2, para tiempos de vida útil de 50 años y probabilidad de excedencia del 15 %, el cual cumple con los requerimientos de la Nueva Norma Sísmica Cubana.
6. Recomendaciones metodológicas para la evaluación puntual de los efectos de terremotos perceptibles y fuertes, las que pueden ser utilizadas en la validación de esquemas de microzonación sísmica y en su ausencia como forma de proyectar la utilización óptima de suelos en zonas sísmicas.
7. Valoración de las réplicas de terremotos perceptibles y fuertes, de forma que se propone una relación empírica entre la magnitud del sismo y su longitud de ruptura, al tiempo que se dan criterios sobre su utilización en la selección de ventanas espacio-temporales.

Complementariamente se presentan los siguientes estudios de casos:

1. Aplicación del resultado 5 para validar la microzonación sísmica de la ciudad de Santiago de Cuba y recomendar estudios específicos en la ciudad de Guantánamo. En este último caso se dan recomendaciones para la utilización óptima de los suelos con fines de proyecto.

2. Estudio macrosísmico de dos de los terremotos fuertes más significativos ocurridos en Cuba: 1880 (región occidental, $M = 6.0$) y 1852 (región oriental, $M = 7.3$).

Los Resultados obtenidos de este trabajo han sido publicados en Revistas Nacionales y Extranjeras, así como presentados en el marco de numerosos Eventos Nacionales e Internacionales. Mediante éstos ha sido posible concluir estimaciones de peligrosidad sísmica de la región occidental, oriental y central de Cuba, vinculados a la proyección de importantes obras económico-sociales y el Mapa de peligrosidad Sísmica de Cuba con fines de la Nueva Norma Sismorresistente Cubana. En este momento constituyen la base de trabajo para las investigaciones de Sismicidad y Peligrosidad Sísmica que realiza el Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas.

Finalmente, queremos señalar que entre las distinciones que partes de este trabajo han recibido se cuentan las siguientes:

- 1990. Investigación Destacada a nivel de Organismo.
- 1992. Investigación Destacada a nivel Nacional.
- 1994. Investigación Destacada a nivel de Organismo.
- 1995. Trabajo Destacado del X Forum Nacional de Ciencia y Técnica.
- 1996. Trabajo Mención del XI Forum Nacional de Ciencia y Técnica.
- 1998. Trabajo Mención del XII Forum Nacional de Ciencia y Técnica.

INDICE

RESUMEN

INTRODUCCION.....	7
-------------------	---

Capítulo 1. ANTECEDENTES.

1.1. Principales Investigaciones Macrosísmicas realizadas en Cuba.....	12
1.2. Investigaciones dirigidas a la estimación de la Peligrosidad Sísmica en Cuba.....	16

Capítulo 2. CATALOGO DE DATOS MACROSISMICOS Y ATLAS DE ISOSISTAS.

2.1. Introducción	23
2.2. Parámetros de los sismos perceptibles y confección del Catálogo.....	24
2.2.1. Criterios básicos	24
2.2.2. Catálogo de Terremotos Perceptibles de Cuba (1528 - 1990).....	28
2.3. Valoración de la calidad de los datos obtenidos.....	31
2.4. Confección del Atlas de Isosistas de Cuba	39
2.5. Discusión de los resultados	40

Capítulo 3. UTILIZACION DE LOS DATOS MACROSISMICOS EN INVESTIGACIONES REGIONALES DE PELIGROSIDAD SISMICA.

3.1. Introducción.....	47
3.2. Atenuación Sísmica utilizando un Modelo de Isosistas Elípticas.....	48
3.2.1. Antecedentes.....	48
3.2.2. Utilización de un Modelo de Isosistas Elípticas.....	50
3.2.3. Generalización a un Modelo de Isosistas de Geometría Compleja.....	55
3.3. Tratamiento de los terremotos perceptibles agrupados.....	58
3.4. Discusión de los resultados	62

Capítulo 4. ESTIMADOS DE PELIGROSIDAD SISMICA DE CUBA BASADOS EN DATOS MACROSISMICOS.

4.1. Introducción	70
4.2. Aspectos metodológicos de los estimados de Peligrosidad Sísmica.....	72
4.3. Zonas Sismogénicas	76
4.4. Otras consideraciones para la realización de los estimados de Peligrosidad Sísmica de Cuba	77
4.5. Discusión de los resultados	85

Capítulo 5. EVALUACIONES PUNTUALES DE LA INTENSIDAD DE LOS TERREMOTOS CON FINES DE MICROZONACION SISMICA.

5.1. Introducción.....	88
5.2. Criterios para la evaluación puntual de los efectos de los terremotos.....	89
5.2.1. Valoración de las características de los terremotos fuertes.....	89
5.2.2. Valoración de las características de los terremotos débiles.....	90
5.3. Estudio de casos	93
5.3.1. Evaluaciones puntuales de terremotos en la ciudad de Santiago de Cuba.....	93

5.3.2. Evaluaciones puntuales de terremotos en la ciudad de Guantánamo.....	97
5.4. Discusión de los resultados	100
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105
BIBLIOGRAFIA.....	110
ANEXOS:	128
ANEXO 1. Escala de Intensidades Sísmicas MSK-1978 (Modificada).	129
ANEXO 2. Breve caracterización de Investigaciones Macrosísmicas de Terremotos Significativos.	135
- El Terremoto del 23 de Enero de 1880.	
- El Terremoto del 16 de Diciembre de 1982.	
- El Terremoto del 20 de Agosto de 1852.	
ANEXO 3. Catálogo de Terremotos Perceptibles de Cuba (1528-1990).	150
ANEXO 4. Efectos producidos por diferentes sismos en el territorio del archipiélago cubano. (Fotos).	172 (11)
ANEXO 5. Mapas de Isosistas de Terremotos que han afectado al archipiélago cubano. (Selección de casos).	174 (46)
ANEXO 6. Terremotos modelados con isosistas elípticas.	175
ANEXO 7. Parámetros resultantes de la modelación de una selección de terremotos utilizando el Programa MACRO para procesamiento de datos macrosísmicos.	183 (19)
ANEXO 8. Otros casos de valoración espacio-temporal de terremotos.	184 (9)
- Terremoto del 15 de Agosto de 1939.	
- Terremoto del 26 de Noviembre de 1852.	
- Terremoto del 20 de Agosto de 1852.	
ANEXO 9. Estimados de Peligrosidad Sísmica de la Región Oriental utilizando Bases de Datos combinadas de datos macrosísmicos e instrumentales. Tomados de Chuy et al, 1992. Escala original 1:1 000 000.	185
ANEXO 10. Distribución en la ciudad de Santiago de Cuba de evaluaciones puntuales de terremotos. (Selección de casos).	188 (4)
ANEXO 11. Distribución en la ciudad de Guantánamo de evaluaciones puntuales de terremotos. (Selección de casos).	189 (2)
ANEXO 12. Caracterización macrosísmica de terremotos significativos del archipiélago cubano.	190-223

223 + 91 = 314 páginas

MACROSISMICA DE CUBA Y SU APLICACION EN LOS ESTIMADOS DE PELIGROSIDAD Y MICROZONACION SISMICA

Autor: Lic. Tomás Jacinto Chuy Rodríguez

RESUMEN

Se presenta en esta investigación el Catálogo de Sismos Perceptibles (1528 - 1990), preparado al mismo tiempo como Base de Datos para PC. Este Catálogo está suficientemente documentado y permite extender los períodos de tiempo que se analizan, limitados normalmente por la información instrumental, considerando sismos cuyo valor de magnitud estimada resultan significativos y ampliando los intervalos de representatividad de los valores de magnitud que se evalúan. En este sentido, la interpretación espacio - temporal de los sismos perceptibles considerados, contribuye al precisamiento de las evaluaciones sismotectónicas de las Zonas Sismogénicas relacionadas con ellos.

Complementa este Resultado el Atlas de Isosistas de Terremotos perceptibles con epicentro en el archipiélago cubano, de los cuales se presenta una selección de los más significativos y cuya utilización para caracterizar la atenuación sísmica en el territorio nacional, en términos de intensidad, es prácticamente imprescindible. Este último aspecto se basa en que no se cuenta en el país con registros acelerográficos de ningún tipo y este es un elemento fundamental para la realización de estimados de Peligrosidad Sísmica.

Otro aspecto de interés que se presenta, está relacionado con el análisis teórico-experimental de la Ley de Atenuación de la Intensidad Sísmica de las Antillas Mayores y sus principales parámetros asociados a las Zonas Sismogénicas del país, los cuales se modelaron a partir de los mapas de isosistas de terremotos perceptibles y fuertes, cuya validez y representatividad se analiza en este trabajo. Se muestran mapas de isosistas de los sismos más significativos que han afectado nuestra región, seleccionados del Atlas de Isosistas preparado por el autor.

Todos estos resultados se valoran en los estimados de peligrosidad sísmica determinísticos y probabilísticos para las tres regiones en que se dividió al país como objetivos de investigación, y que en este trabajo se unifican. Al mismo tiempo, se presentan las limitaciones inherentes al uso de información macrosísmica y las soluciones adoptadas para llevar a cabo estas investigaciones. Esto permitió que a partir del Mapa de Peligrosidad Sísmica obtenido, en términos de la aceleración horizontal máxima, pudiera proponerse el Mapa de Zonificación Sísmica con fines de Ingeniería a utilizar en la Nueva Norma Sísmica Cubana.

Como contribución a la caracterización de la sismicidad, se presenta el análisis espacio-temporal-energético de las réplicas perceptibles de los terremotos más documentados ocurridos en Cuba, relacionándolos con las Zonas Sismogénicas que les dieron origen. Consecuentemente, se obtuvo una relación empírica entre la Longitud de Ruptura y el valor de magnitud estimado por datos macrosísmicos.

Finalmente, se propone una metodología para la evaluación puntual de los efectos de terremotos perceptibles y fuertes, aplicada como estudio de casos a las ciudades de Santiago de Cuba y Guantánamo, la cual se presenta como una variante alternativa de validación de microzonación sísmica en asentamientos humanos y para la planificación óptima del uso de suelos en zonas sísmicas.

INTRODUCCION

INTRODUCCION

Durante los últimos decenios la comunidad internacional ha sentido una alarma creciente ante desastres que, por afectar a concentraciones cada vez mayores de población, han tendido a ser cada vez más destructivos. Aunque la respuesta de esta comunidad ha estado fundamentalmente orientada hacia medidas de ayuda, se ha llegado a la conclusión de que las consecuencias reales y potenciales de los desastres están adquiriendo tal gravedad y un alcance tal, que en lo sucesivo se debe prestar más atención a las actividades de planificación y de prevención; esto es, porque los efectos de los fenómenos naturales deben analizarse no sólo desde el punto de vista humanitario y social en general, sino también desde el punto de vista económico.

Los desastres naturales constituyen un formidable obstáculo para el desarrollo socioeconómico, ya que las pérdidas causadas por éstos en países propensos a los mismos pueden provocar una reducción del Producto Nacional Bruto que anule prácticamente todo progreso económico real. De ahí la conciencia creciente de los gobiernos de la necesidad de prestar más atención a las actividades de preparación y prevención de los desastres y al hecho de que la planificación anterior a los mismos debe formar parte de la política general de desarrollo.

De los desastres naturales, tienen una connotación especial los terremotos como uno de los azotes naturales más terribles para la vida del hombre y sus bienes. La rapidez de su aparición sin que nada prácticamente indique su inminencia, el ruido que los acompaña, la violencia de las sacudidas que en unos segundos transforman una ciudad próspera en un montón de ruinas; los efectos secundarios que producen en el terreno, tales como hundimientos, deslizamientos de laderas, cambios en el régimen de las aguas subterráneas; constituyen para el hombre otros tantos factores de temor y de impotencia.

Son objetivos del presente trabajo, la presentación de los terremotos perceptibles y fuertes ocurridos en el archipiélago cubano, los efectos producidos en distintas localidades, las áreas de mayor afectación de los terremotos significativos; pero en particular, la utilización del conocimiento que se tiene de ellos en aras de establecer el peligro sísmico potencial a que está sometido el país y las áreas urbanas de mayor riesgo, posibilitando establecer en función de esta información, políticas adecuadas de planificación y prevención, que permitan preservar los logros alcanzados por la Revolución hasta este momento.

Para alcanzar este objetivo, nuestro enfoque se sustenta en la utilización de los datos macrosísmicos, esto es, en el uso de los terremotos perceptibles y fuertes que han sido reportados en Cuba y zonas aledañas. El autor considera que a pesar de la subjetividad implícita de los datos macrosísmicos y los problemas inherentes a su utilización, como lo es utilizar un parámetro que es mayormente cualitativo, en el caso de las estimaciones de Peligrosidad Sísmica del archipiélago cubano es un elemento insustituible para su realización.

La utilización de los terremotos perceptibles y fuertes se hace imprescindible, a partir de la necesidad de definir con la mayor precisión posible la historia sísmica de nuestra región de estudio; esto es, disponer de un Catálogo de Terremotos confiable y extenso para la realización de los estimados de Peligro Sísmico, por las siguientes razones:

Debe tenerse en cuenta que el período en el cual se circunscriben los datos instrumentales de la Agencias Internacionales es sólo el siglo XX y el volumen de información disponible depende de la magnitud y distancia a las estaciones de los sismos considerados. Así también, los períodos de representatividad de los diferentes valores de magnitud, especialmente los valores menores, de los sismos registrados no son relativamente grandes. Esto dificulta y limita el cálculo de los parámetros del régimen sísmico, al tiempo que impone una visión incompleta de los terremotos de magnitudes grandes.

Un aspecto que reviste gran importancia en la región de las Antillas Mayores a la hora de evaluar su potencialidad sísmica, es el hecho de que según la información disponible hasta la fecha, los terremotos más fuertes ocurridos en Cuba, Jamaica y La Española, corresponden a siglos anteriores de los cuales no hay registro instrumental y de muy pocos se realizaron estudios especializados.

Por otra parte, el registro instrumental de terremotos en nuestro país se limita fundamentalmente a su parte oriental, de la que sólo cuenta con un máximo de 33 años para una sola estación. En esta cantidad, se incluyen menos de 20 años con 3 estaciones o más, en los que habría que considerar el consiguiente error en las determinaciones de los parámetros espacial - energéticos de los sismos, más acentuados aún por no contar hasta la fecha con hodógrafos lo suficientemente precisos. A esto se añade que de las regiones Central y Occidental de Cuba, prácticamente no existe información instrumental, pues la mayor parte de este tiempo sólo funcionó en la zona de San Cristóbal - Candelaria (Soroa) una estación de periodos medios cuya principal función es el registro de terremotos lejanos.

El uso en los últimos años de registradores visuales de tinta en las estaciones sismológicas cubanas, con velocidad de registro de 60 mm/minuto, ha incidido negativamente en la precisión de los datos iniciales para la determinación de los parámetros hipocentrales, por lo que en ocasión de ocurrir terremotos perceptibles, en muchos casos sus parámetros han sido corregidos utilizando los macrosísmicos.

Durante el tiempo señalado de monitoreo de la actividad sísmica en Cuba, sólo se han producido 2 sismos fuertes (Intensidad Sísmica $I \geq 7.0$ MSK), ambos al Sur de la provincia Granma y si se incluye a las Agencias Internacionales, entonces en Cuba en los últimos 50 años se mantendría esa misma cantidad y serían 5 para todo el siglo XX, pues en los Catálogos Internacionales aparecen además los de 1932, 1939 y 1947.

La consideración de utilizar sólo nuestros datos instrumentales para realizar estimados de Peligrosidad Sísmica, cambiaría totalmente el cuadro real conocido, toda vez que las provincias de mayor potencialidad y riesgo (valoración instrumental cualitativa) serían de mayor a menor: Granma, Santiago de Cuba, Villa Clara, Matanzas, Camagüey y Holguín, Guantánamo, Cienfuegos, Ciudad Habana, Ciego de Avila, Pinar del Río, etc. La provincia Santiago de Cuba adquiriría mayor importancia, sólo en el caso de que se consideraran los casos aislados de las Agencias Internacionales de 1932 y 1947.

De esta forma, la utilización de un Catálogo de Sismos Perceptibles permite extender los estudios de Sismicidad y Peligrosidad Sísmica a todo el territorio nacional, tanto en tiempo, como en espacio. Así también, ha potenciado evaluaciones sismotectónicas más cercanas a la realidad del peligro sísmico en el archipiélago cubano, incluso mostrando el carácter activo de algunas estructuras tectónicas.

Precisamente, el objetivo principal de esta Tesis es presentar los resultados obtenidos por el autor, tras muchos años de trabajo en la recopilación, clasificación, evaluación, sistematización y análisis de datos de terremotos perceptibles, así como en su utilización en estimaciones de peligro sísmico regional y local.

En consecuencia, nuestro trabajo para alcanzar los objetivos propuestos, quedó estructurado en 5 Capítulos. En el Primero se presenta la evolución de las Investigaciones Macrosísmicas y de Peligrosidad Sísmica en Cuba. En el Segundo se presentan, por primera vez, el Catálogo de Terremotos Perceptibles de Cuba (1528 - 1990) y el Atlas de Isosistas de Terremotos de nuestra región, así como las hipótesis y principales criterios utilizados para la confección de

ambos. Estos documentos constituyen el corazón de los resultados que componen este trabajo y los principales aportes que el autor presenta, ya que constituyen la base de cualquier investigación relacionada con la Sismicidad y/o Peligrosidad Sísmica que se realice en el territorio nacional. Como ilustración los resultados obtenidos en el Catálogo se resumen en el Mapa de Epicentros de Terremotos Perceptibles de Cuba (1528 – 1990).

En el Tercero se propone la introducción de la información macrosísmica como base de los estimados de Peligrosidad Sísmica; de esta forma se presentan por el autor la propuesta y validación de los parámetros de atenuación de las Zonas Sismogénicas conocidas, utilizando para ello un Modelo de Isosistas Elípticas para las Antillas Mayores. Al mismo tiempo, se propone una vía para generalizar este modelo a Isosistas de Geometría Compleja y mediante la utilización de las réplicas perceptibles fundamentalmente, se obtiene y analiza una relación entre la Longitud de Ruptura y la Magnitud de los terremotos. Se dan consideraciones acerca de las Ventanas Temporales de Réplicas utilizando los datos de sismos perceptibles.

El capítulo Cuarto está dedicado a los estimados de Peligrosidad Sísmica de Cuba en términos de la aceleración horizontal máxima, considerando criterios probabilísticos y la información contenida en el Catálogo de Terremotos Perceptibles, lo que marca una pauta en los mapas de zonación sísmica que hasta ese momento se venían confeccionando. Este mapa por su connotación sirvió de base para el Mapa de Zonificación Sísmica con fines de Ingeniería de la Nueva Norma Sísmica Cubana. Como criterio de partida se utiliza el Mapa de Intensidades Máximas Reportadas en Cuba preparado por el autor utilizando las áreas pleistósísticas de los terremotos reportados en Cuba.

En el Quinto se propone la Metodología para valorar la Respuesta de Suelos en términos de intensidad sísmica para validar investigaciones de Microzonación Sísmica y optimizar el uso de suelos, mediante la Evaluación Puntual de los Efectos de los Terremotos Perceptibles y Fuertes; al tiempo que se dan como ejemplo, dos Estudios de Caso de zonas urbanas ubicadas en áreas de alta potencialidad sísmica: Santiago de Cuba y Guantánamo.

CAPITULO 1
ANTECEDENTES

CAPITULO 1

ANTECEDENTES

1.1. Principales Investigaciones Macrosísmicas realizadas en Cuba.

A pesar de que muchos cronistas han hecho referencia a terremotos ocurridos en Cuba desde siglo XVI, no es hasta 1855 con los trabajos de Andrés Poey, que aparece por primera vez un Catálogo de sismos históricos de nuestro país cuando publicó en París las "Tablas Cronológicas de los Temblores de Tierra sentidos en la Isla de Cuba desde 1551 a 1855" y el "Suplemento a las Tablas Cronológicas de las Temblores de Tierra sentidos en la Isla de Cuba"; investigaciones que continuaron hasta 1887 en que publica su "Catálogo cronológico de Temblores de Tierra sentidos en las Indias Occidentales de 1530 a 1857". El principal mérito de estos trabajos es que presenta la cronología de los sismos con una reseña muy breve de los principales efectos reportados y a pesar de que no hace una evaluación cuantitativa de la intensidad, si mostró sin lugar a dudas que el archipiélago cubano está sometido a un potencial peligro sísmico.

El Segundo Paso dado en lo que respecta a Investigaciones Macrosísmicas fue el concerniente a la descripción con el mayor grado de detalle posible de los terremotos. En este sentido, se destaca el caso del terremoto que produjo 9.0 grados MSK de intensidad en la ciudad de Santiago de Cuba en 1852, tres autores presentaron en esa época los resultados de su trabajo: Joaquín Gimenez publicó en 1852 su "Bibiana o los terremotos de Cuba en agosto de 1852", Miguel Estorch en 1853 sus "Apuntes para la historia sobre el terremoto que tuvo lugar en Santiago de Cuba y otros puntos el 20 de agosto de 1852" y Miguel Rodríguez - Ferrer en 1876 un resumen de los efectos regionales en "Naturaleza y Civilización de la grandiosa Isla de Cuba. Primera Parte: Naturaleza". Estos trabajos, conjuntamente con los datos publicados por los periódicos El Triunfo y Diario de la Marina, permitieron realizar un análisis completo de este terremoto (ver Tabla 2.2 y Anexos 2, 5, 7, 8 y 10).

Concerniente a este aspecto de las descripciones de efectos, al ocurrir el terremoto fuerte en 1880 en la región Occidental, el Rev. Benito Viñes y Pedro Salteraín realizaron nuestro primer trabajo de campo detallado del que se tiene referencia, para recopilar información sobre los efectos producidos por este sismo y que fueron reseñando en el periódico La Voz de Cuba (La

Habana), para finalmente ese propio año publicar en La Habana su "Excursión a Vuelta Abajo de Viñes y Pedro Salterain con ocasión de los fuertes temblores de tierra ocurridos en la noche del 22 al 23 de enero de 1880". A esta investigación le corresponde el mérito adicional del grado de detalle con la que ambos realizan las descripciones de las afectaciones, que aunque limitadas solamente a la región de mayor intensidad y sin establecer valores cuantitativos de intensidad, constituyeron un inestimable testimonio para el estudio de este terremoto, conjuntamente con los datos reseñados en los periódicos El Triunfo y Diario de la Marina (ver Tabla 2.2, Figura 3.2 y Anexos 2, 4, 5 y 7).

A pesar de que no se realizó en particular un tratamiento específico respecto de los terremotos del archipiélago cubano, el autor no quiere pasar por alto la actividad de divulgación de la Sismicidad y Peligro Sísmico en Cuba realizada por el Rev. Gutierrez Lanza, cuyos trabajos se publicaron en La Habana en 1914 bajo el título "Conferencias de Sismología pronunciadas en la Academia de Ciencias de La Habana". Este investigador promovió la utilización de la primera Estación Sismológica que funcionó en Cuba desde 1907 hasta 1920, en la zona de Luyanó en La Habana, y que registrara el terremoto fuerte de Gibara en 1914 (primer reporte de registro de un sismo cubano por una estación cubana).

Precisamente, relacionado con el sismo fuerte de Gibara, se dio el Tercer Paso significativo en las Investigaciones Macrosísmicas con el trabajo realizado por Julio Jover en 1914, el cual basándose en las encuestas enviadas a diferentes municipalidades de la época, evaluó las intensidades y confeccionó el primer mapa de isosistas de un terremoto ocurrido en Cuba, publicando sus resultados en el periódico La Discusión el 11 de julio de 1914 conjuntamente con los datos instrumentales de la Estación de Luyanó. No es hasta 1917 que se publica propiamente su "Sismología de la Región Oriental de la República de Cuba. El Macrosismo del 27 de febrero de 1914" en las Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural Felipe Poey (Vol. II). Parte de la información procesada sobre este sismo se presenta en la Tabla 2.2, Figura 3.3 y Anexos 4 y 5.

El siguiente Paso, el Cuarto, fue la descripción sistemática de sismos perceptibles con el detallamiento de sus efectos en una ciudad. El ejemplo más significativo lo constituye la obra de Emilio Bacardí "Crónicas de Santiago de Cuba", publicada en 1923 y que como mayor valor presenta además de los terremotos fuertes, la cronología de los sismos débiles. Estas "Crónicas" fueron continuadas por Carlos E. Forment con este mismo título como una "Continuación de la obra de Emilio Bacardí", como este autor adicionara en su publicación de 1953.

El Rev. S. Viñas también realizó su aporte al registro sistemático de los sismos perceptibles de la ciudad de Santiago de Cuba desde 1932 hasta 1949, al llevar el "Libro Registro de Observaciones Meteorológicas del Colegio Dolores, Santiago de Cuba" (inédito), donde asentaba al mismo tiempo las fechas y horas en que ocurrían terremotos perceptibles, incluyendo el valor de los desplazamientos que se producían en el barógrafo cada vez que se reportaba alguno, lo cual contribuyó a la evaluación de las intensidades de éstos en ese periodo (Chuy y Pino, 1982).

Otro cronista de terremotos, pero de la zona de Remedios - Caibarien, lo fue J.A. Martínez - Fortún y Foyo, que en 1930 publicó sus "Anales y Efemérides de San Juan de los Remedios" y que en su interés por la Sismología, incluyó en 1948 en su "Meteorología Histórica Cubana", un listado cronológico de terremotos sentidos en Cuba. Por haber sido además el Historiador de muchas municipalidades de esa región, en las crónicas de todas ellas no faltaron los sismos perceptibles y la descripción de los efectos del terremoto fuerte de Remedios - Caibarien de 1939, que publicó en "Anales y Efemérides de San Juan de los Remedios (continuación)" en 1958. Sus descripciones permitieron analizar el terremoto de 1939 con mayor profundidad (Ver Tabla 2.2 y Anexos 4, 6 y 8).

El Quinto Paso de significación lo constituyen investigaciones realizadas por E. I. Montoulieu, publicadas en 1932 bajo el título de "Sismología Mundial en 1931 y Notas sobre el terremoto de Santiago de Cuba de Febrero 3 de 1932" y en 1933 por este autor el "Informe de la Comisión nombrada para el estudio del terremoto de Santiago de Cuba, de febrero de 1932", por L. Morales y Pedrosa "El terremoto de Santiago de Cuba del 3 de febrero de 1932" y por M. Villa " Ponencia de la Sub Comisión de Edificaciones sobre el terremoto del 3 de febrero de 1932 en Santiago de Cuba", todos en la Revista de la Sociedad Cubana de Ingenieros, de La Habana, (Vol. XXIV, No.3; Vol. XXV, No. 1, No.2 y No.3; respectivamente).

La principal importancia de estos trabajos radica en que se encaminaron fundamentalmente hacia la explicación, desde el punto de vista ingenieril, del porqué de las afectaciones y daños sufridas por las edificaciones de la ciudad de Santiago de Cuba, en ocasión del terremoto fuerte de 1932.

Más aún, al esfuerzo del Ing. Montoulieu, se deben las primeras recopilaciones sistemáticas de datos de sismos perceptibles reportadas en la prensa de la época, en particular de las correspondientes a la primera mitad de este siglo y hasta 1968.

Como Sexto Paso el autor enmarcó la publicación de los primeros mapas de intensidades sísmicas de Cuba, los que estaban encaminados a dar una caracterización del Peligro Sísmico de Cuba. Estos trabajos se basaron en la recopilación y evaluación de sismos perceptibles y fuertes, relacionados con las estructuras tectónicas conocidas. El primero de ellos fue confeccionado por Humberto Alvarez y publicado en el Atlas Nacional de Cuba en 1970 con el título "Sismicidad de Cuba". El segundo mapa de este tipo fue confeccionado por Fernando Boytel y publicado en 1977 bajo los auspicios del Instituto de Planificación con el título de "Carta de Sismicidad Histórica de Cuba".

El principal valor de estos trabajos radica en el intento de establecer diferentes niveles de peligro sísmico en el país, dependiendo de la historia sísmica de las diferentes regiones, a pesar de tener limitaciones en la estadística de terremotos utilizada y en los aspectos metodológicos. Es válido señalar que la zona de mayor intensidad que aparece en el mapa de Alvarez es de 7.0 MSK y en el de Boytel de 8.0 Sieberg (8.0 MSK), lo cual el autor considera que se debió en lo fundamental a las limitantes señaladas, toda vez que eran conocidas por esos autores la cantidad e intensidad de los principales sismos fuertes de Santiago de Cuba. En particular, el preparado por H. Alvarez fue utilizado para la aplicación de criterios de diseño sismorresistente en la Norma Sísmica Cubana de ese entonces (IP - 26A de Construcción Industrial de junio de 1972) y que fuera base con algunas modificaciones en la zona de 7.0 grados para la Norma de Cálculo para Construcciones Parasísmicas CT 6. SC 3.23. 01, con la adición de dos zonas de 6.0 MSK en las provincias Guantánamo y Granma, y de cuatro de grado 5.0 en las zonas de San Cristóbal, Remedios, Trinidad y Esmeralda.

Con posterioridad a los pasos dados en las investigaciones de referencia y considerando la experiencia acumulada en ellas, el autor desde 1980, comenzó una labor sistemática de recopilación, detallamiento, procesamiento y evaluación de datos de sismos reportados, con el objetivo de completar criterios acerca del campo macrosísmico de los terremotos perceptibles y fuertes, determinar con precisión sus parámetros espacial - energéticos y para consecuentemente, posibilitar las evaluaciones de peligrosidad sísmica del país utilizando metodologías más rigurosas. Sin embargo, la búsqueda de datos de estos eventos en los archivos, museos, bibliotecas u otros tipos de centros de información dentro del territorio nacional fundamentalmente; tanto a través de crónicas, prensa escrita, documentos coloniales o cualquier tipo de publicación, no dio los frutos esperados inicialmente.

En consecuencia, la recopilación de datos macrosísmicos de terremotos perceptibles en Cuba, dio de forma muy general descripciones de los efectos producidos por los terremotos fuertes y limitados a la ciudad de Santiago de Cuba en una gran parte de los casos. Esto se significa mucho más al considerar los terremotos fuertes que han afectado a esta última ciudad, ya que por los efectos descritos e intensidades evaluadas, de las localidades vecinas o de la región existentes entonces, debió reportarse algún tipo de información al respecto. Sólo en algunos casos aparece ocasionalmente algún dato de interés o una referencia, que permiten establecer criterios sobre la fuerza de los estremecimientos. En particular, la mayoría de los sismos de regiones central y occidental adolecen de tener muy poca información. No obstante, desde 1980, el autor comienza a publicar cronologías de sismos por regiones (Chuy y Rodríguez, 1980; Chuy, Escalona y González, 1980; Chuy, González y Escalona, 1980; Chuy y Pino, 1982; Chuy, 1982; Chuy et al, 1983; González y Chuy, 1983; Chuy, González y Alvarez, 1983; Chuy, González y Vorobiova, 1986; entre otros), preparando la base informativa complementaria que le permitiría posteriormente la confección del Catálogo que se presenta en el Capítulo 2.

La utilización por el autor de Encuestas Retrospectivas desde finales de 1987, por áreas de interés, permitió ampliar la cantidad e información de terremotos perceptibles para los catálogos de datos macrosísmicos necesarios para las investigaciones de Peligrosidad Sísmica de las partes Occidental (1990), Oriental (1992) y Central (1994); así como precisar los datos de muchos de ellos, aunque lamentablemente esta metodología está limitada por sí misma en lo que respecta al tiempo que puede abarcar hacia el pasado. En nuestra experiencia, la información de mayor precisión se alcanzó hasta los 50 - 60 años, después de ese periodo la información es más difusa.

1.2. Investigaciones dirigidas a la estimación de la Peligrosidad Sísmica de Cuba.

Los primeros trabajos sobre peligrosidad sísmica en Cuba fueron iniciados en la década del 60, y tuvieron como resultado final el mapa de "Sismicidad de Cuba" publicado en el Atlas Nacional de Cuba (Alvarez, 1970), basado en datos macrosísmicos, cuya recopilación y evaluación se comenzaba a realizar sistemáticamente en esos momentos. Sobre esta misma base, pero considerando algunos aspectos cuantitativos de la sismicidad relativos a la frecuencia de las intensidades señaladas, se obtuvo posteriormente el "Mapa de Intensidades Sísmicas de Cuba" para períodos de 100 años (Chuy y Rodríguez, 1980). Las dos zonas que en este último mapa presentaban la incertidumbre por la falta de información, fueron valoradas después que ocurrieron justo en ellas, los sismos de 1981, en la zona de Alonso de Rojas, y de 1982 en Torriente- Jaguey Grande, confeccionándose la variante final del "Mapa de Intensidades

Sísmicas de Cuba por datos macrosísmicos" para períodos de 100 años (Chuy, González y Alvarez, 1983), el cual forma parte en la actualidad de la Norma Cubana "Construcciones Sismo-Resistentes. Especificaciones de Proyecto y Métodos de Cálculo (NC 53 – 114, 1984).

Boytel (1977) ya había publicado, como señalamos en el epígrafe anterior, su "Carta de Sismicidad Histórica de Cuba", en la que además del valor de intensidad a esperar en cada zona, les asignaba un valor de repetibilidad de este parámetro.

Con respecto a la selección y categorización de las Zonas Sismogénicas de Cuba, durante las investigaciones realizadas para escoger el mejor emplazamiento de la Central Electronuclear de Juraguá en la provincia Cienfuegos en los años 1976 - 1978, se determinaron las correspondientes a esa región (Belousov et al, 1983). Estas zonas fueron categorizadas utilizando criterios neotectónicos y datos sismológicos fundamentalmente. No obstante, estos resultados se vieron limitados por no estar completos los datos macrosísmicos, no existir prácticamente ninguna información instrumental de la región Central y no contar con un procesamiento de datos geofísicos riguroso.

Otro trabajo con objetivos semejantes, pero con mayores limitaciones, se realizó para las provincias de Camagüey y Ciego de Avila (Chuy, González y Vorobiova, 1984) correlacionando la información geólogo - tectónica con la sismicidad. Estos autores sólo llegaron a proponer Zonas Sismogénicas y un primer ordenamiento cualitativo de las mismas, pues por las limitaciones de información, estos resultados no dejaron de considerarse preliminares.

A mediados de la década del 80, se realizaron dos nuevos trabajos de estimación de la peligrosidad sísmica para todo el archipiélago cubano, que mejoraban cualitativamente los resultados obtenidos hasta ese momento y en los que por primera vez se utilizan metodologías más rigurosas y cuantitativas.

En el primero de ellos, M. Rubio (1985) se basó metodológicamente en un enfoque probabilístico propuesto por Cornell (1968) usando el programa EQRISK (McGuire, 1976). Para este trabajo se preparó un esquema simplificado de Zonas Sismogénicas, sobre la base de los siguientes criterios:

- ◆ Sismicidad histórica (Haciendo énfasis en la ubicación de epicentros con $I > 4.0$ grados MSK).
- ◆ Evidencias geólogo - tectónicas (fundamentalmente considerando el análisis de los materiales LANDSAT y SALIUT realizado por el Centro de Investigaciones Geológicas del

MINBAS y el Instituto de Geología y Paleontología de la ACC y algunas evaluaciones de movimientos recientes).

- ◆ Actividad Sísmica reciente, mayormente concentrada en la región Oriental del país.

Para cada Zona Sismogénica, Rubio construyó los gráficos intensidad - frecuencia utilizando las primeras publicaciones de la sismicidad histórica por regiones que ya habían sido preparadas por el autor (ver Epígrafe 1.1) y estimando los valores de I_{max} correspondientes usando diferentes metodologías. Para describir la atenuación de la intensidad sísmica utilizó fórmulas empíricas de tipo circular. Como resultado final, fueron obtenidos mapas de intensidades sísmicas para períodos de ocurrencias de 100, 500, 10 000 años.

Sin embargo, la propia utilización de un esquema simplificado de Zonas Sismogénicas, en el que no se consideró toda la información geólogo – geofísico - tectónica existente, al tiempo que no tenía incluida una base suficiente de datos macrosísmicos y la utilización forzosa de un modelo de isosistas circular por razones de cálculo, motivó que aún en ese periodo estos resultados no pudieran considerarse de manera alguna concluyentes.

El segundo trabajo fue realizado por Alvarez, Rubio, Chuy y Cotilla (1985) y consistió en la obtención de 2 mapas de intensidades (para 100 y 10 000 años). En este caso, el método de confección no fue homogéneo para todo el territorio debido a la escasez de información sismológica. Para la región Oriental se realizaron los estimados mediante el programa SACUDIDA (Alvarez y Bune, 1985), para lo cual se delimitaron las Zonas Sismogénicas con sus correspondientes parámetros del régimen sísmico y modelo de isosistas. Para el resto del territorio se trazaron los contornos de las isosistas de terremotos utilizando el Modelo propuesto por Alvarez y Chuy (1985), a partir de nudos de alineamientos para períodos de ocurrencia de 300 años (según gráficos de intensidades - frecuencia) y 10 000 años (por el valor de M_{max} correspondiente a cada nudo).

Esta no homogeneidad le quitaba solidez al trabajo, por lo que en una segunda etapa, comenzada en 1986, durante los trabajos realizados para el Nuevo Atlas Nacional de Cuba, se utilizó una nueva metodología para el tratamiento de la información macrosísmica. Mediante ella se obtuvieron dos Mapas de Intensidades Sísmicas (para 100 y 1000 años) así como estimados probabilísticos para algunos puntos del territorio (Alvarez, Cotilla y Chuy, 1989), todos mediante el programa SACUDIDA (Alvarez y Bune, 1985).

Sin embargo, este resultado aunque mejoraba cuantitativamente la concepción anterior, presentaba varias limitaciones. Una de ellas era el haberse utilizado un esquema de Zonas Sismogénicas con características particulares: 6 zonas propiamente para la región Suroriental y para el resto del territorio (interior de placa) nudos de alineamientos determinados por Cotilla et al (1988).

La parte correspondiente al interior de placa de este modelo de Zonas Sismogénicas (por Nudos de Alineamientos) se fundamenta en la interpretación de imágenes cósmicas en varios canales y su comparación posterior con los resultados de investigaciones tectónicas obtenidas por otros autores. De acuerdo con éste modelo (Alvarez et al, 1991), las fallas no son las propiamente sismogeneradoras, sino que la ocurrencia de terremotos se asocia a la intercepción de alineamientos (nudos), delimitados en dependencia de la interpretación de ellos propiamente y a la actividad tectónica y sísmica. Los valores de magnitud máxima, dependen esencialmente de la actividad manifiesta de desarrollo platafórmico y a la ocurrencia de sismos de magnitud Ms de hasta 6 (considerando posible un valor de hasta 0,25 unidades por encima de la máxima reportada, en nudos de cada categoría).

Otras limitaciones de estos estimados son, que se consideraron las áreas de estos nudos iguales (cualquiera que fuera el valor de magnitud asociado a él) y que no se consideran estructuras tectónicas activas en las acuatorias. En este trabajo se hace un tratamiento indirecto de la información de terremotos perceptibles para homogeneizar la información sismológica. No obstante, la insuficiente información sismológica, tanto macrosísmica como instrumental, hizo que se consideraran en principio iguales las profundidades de capas sismoactivas de todas los nudos; poco variables los parámetros de atenuación en la región, y a que la estimación del parámetro "a" del gráfico de magnitud - frecuencia para cada nudo, no respondiera totalmente al cuadro sísmico de la región investigada. Otra limitación de estos resultados, fue la eliminación de áreas de peligrosidad elevada obtenida en los alrededores de Ciudad Habana, bajo la suposición de que se sobrevaloraron efectos locales en ésta localidad o fueron originados en otro lugar.

Otro trabajo realizado en ese período para esa misma región Occidental (Orbera et al, 1987) se basaba en la información geólogo - tectónico - geomorfológica, relacionada con la reconstrucción de la evolución tectónica por períodos y edades del territorio. Se delimitaron entonces sobre esta base, Zonas Sismogénicas (por Neotectónica) cuyas magnitudes máximas

Mmax estaban dadas por las dimensiones y períodos de actividad neotectónica de las estructuras tectónicas.

Este modelo propuesto por Orbera et al (1987), en principio es una extrapolación de las investigaciones que se realizaron para la Central Electronuclear de Juraguá en la región Central (Belousov et al, 1983). Este factor, unido a la insuficiente base de datos sismológicos utilizada, a que los trabajos de campo que se realizaron para ese trabajo no estaban encaminados a definir todas las estructuras sismogeneradoras de la región occidental, a que no se consideraron evaluaciones detalladas geólogo - tectónicas y geofísicas de las Zonas Sismogénicas conocidas; de conjunto, condujeron a una sobrestimación de las magnitudes máximas asociadas a las Zonas determinadas, con la consecuente obtención de áreas de valores altos de intensidad. Por estas razones no se pudo considerar a resultados como concluyentes.

En este mismo período y a partir de la información existente geólogo - geofísica y tectónica sobre las estructuras disyuntivas (extensión, profundidad, ancho de la zona de fracturamiento) Chuy, González y Polo (1988) confeccionaron un esquema de Zonas Sismogénicas (por Fallas Principales) para la región Occidental relacionadas con los sismos perceptibles reportados y estimaron las magnitudes máximas Mmax de ellas a través de las relaciones de Shebalin (1971).

El modelo propuesto por Chuy et al (1988), se fundamenta en la existencia de fallas activas comprobadas por investigaciones geofísicas y geológicas, a las que se le han asociado los epicentros de terremotos "propios" reportados en sus inmediaciones, justificando con ello la relación tectónica - sismicidad. La magnitud máxima posible de las Zonas Sismogénicas consideradas de ésta forma, se estimó partiendo de la hipótesis de que la longitud total de ésta, puede llegar a coincidir con la longitud de ruptura para un sismo, que en ese caso sería el de energía máxima. De igual forma las profundidades de las capas sismoactivas utilizadas para complementar los estimados de Mmax, de acuerdo con los criterios de Shebalin, fueron señalados tomando el promedio de los datos geólogo - geofísicos conocidos en ese momento. Sin embargo, como principales limitaciones, éste modelo no tiene en cuenta áreas preferentes de generación de terremotos en las Zonas Sismogénicas propuestas, ni la categoría de las diferentes estructuras tectónicas al esquematizarlas por sus parámetros geométricos solamente. Estos elementos considerados conjuntamente con la insuficiente información sismológica para estimar con precisión los parámetros del régimen sísmico, características de la

atenuación y el nivel de actividad de algunas Zonas Sismogénicas, no permitieron asumir como concluyente este trabajo.

Alvarez, Chuy y Cotilla (1989) realizaron una valoración de la respuesta de los modelos de Zonas Sismogénicas descritos anteriormente (por Nudos de Alineamientos, por Neotectónica y por Fallas Principales) en relación con la sismicidad reportada en la región Occidental, resultando de ello que el Modelo de Fallas Principales se corresponde mejor con los efectos reportados en la historia sísmica de la misma. No obstante, recomendaron que para el caso de estimados de Peligrosidad Sísmica, debían utilizarse otros criterios adicionalmente.

Más recientemente, al continuarse las investigaciones sobre este tema, se retomó el criterio de que las estructuras tectónicas activas son la causa de la peligrosidad sísmica en las zonas de baja actividad de Cuba. Sin embargo, en ésta ocasión se analizó en lo posible el nivel de actividad de cada una desde al punto de vista neotectónico y fueron categorizadas las Zonas Sismogénicas en dependencia de éstos criterios conjugados con sus parámetros geológicos, geofísicos y tectónicos, empleando simultáneamente el resultado de un voluminoso trabajo de recopilación de datos macrosísmicos.

De esta forma, el incremento del nivel de conocimiento de la sismicidad del archipiélago cubano, el establecimiento de hipótesis de trabajo que permitieron calcular los parámetros del régimen sísmico con mayor precisión sobre la base de un catálogo más completo, el mayor conocimiento del comportamiento de la atenuación sísmica en la región y la posibilidad de diferenciar sectores en las estructuras con una mayor potencialidad relativa de generación de terremotos, hacen que los resultados que se obtuvieron de forma regional (Occidente, 1990; Oriente, 1992 y Centro, 1994); se consideraran concluyentes para esa etapa de trabajo. Consecuentemente y tomando como partida los criterios planteados, Chuy y Alvarez (1995) propusieron la integración de todos estos trabajos en un Mapa de Peligrosidad Sísmica de Cuba (con fines de la Norma Sismorresistente Cubana), el cual se presenta en el Capítulo 3.

CAPITULO 2

**CATALOGO DE DATOS MACROSISMICOS
Y ATLAS DE ISOSISTAS**

CAPITULO 2

CATALOGO DE DATOS MACROSISMICOS Y ATLAS DE ISOSISTAS

2.1. Introducción.

La información macrosísmica de terremotos perceptibles y fuertes en el archipiélago cubano y regiones aledañas, comienza prácticamente con la llegada de los españoles al Caribe, ya que el primer reporte data de 1502 (Taber, 1922), cuando edificaciones construidas en las riberas del río Ozama (actual República Dominicana) fueron destruidas por un sismo violento, evaluado en 8.0 grados MSK por Chuy y Alvarez (1988).

Consecuentemente, la confección del Catálogo de Sismos Perceptibles y el Atlas de Isosistas de terremotos ocurridos en Cuba, objetivo de este Capítulo, implicó desde su inicio, una dirección de trabajo encaminada a la recopilación de trabajos realizadas por otros autores, en las que se incluyen catálogos, reportes, crónicas, prensa escrita, entre otros documentos de sismos perceptibles en los que se hiciera mención al territorio de estudio. Otros documentos consultados fueron las Actas Capitulares y Legajos de Documentos Oficiales del Gobierno Local o de Personalidades del periodo colonial; aunque en este caso sólo fue posible consultar las localizadas en el Archivo Nacional en Ciudad Habana, en Santiago de Cuba, Guantánamo, Bayamo, Holguín, Camagüey y Trinidad.

Otro aspecto imprescindible fue la necesidad de revisar datos de terremotos históricos de las vecinas islas de Jamaica y La Española (Haití y República Dominicana); ya que varios de los sismos de mayor fuerza reportados, particularmente en el Norte de estas islas, así como en nuestra región Suroriental, coincidían en señalar su perceptibilidad en más de un país simultáneamente.

Colateralmente, fue necesario unificar las evaluaciones, en los casos en que se hubieran realizado, de intensidad sísmica de estos terremotos, debido a que entre sí en las bibliografías consultadas no se presentan los datos en una misma escala. Debemos señalar que una gran parte de los materiales utilizados, afortunadamente, presentaban los textos de las afectaciones y efectos reportados, lo que facilitó nuestras evaluaciones; otros sólo presentaban las descripciones sin evaluar o bien sus evaluaciones de intensidad sísmica con escalas en desuso actualmente. Como escala para nuestro trabajo se escogió la MSK (Anexo 1) por la posibilidad

que ofrece para comparar los efectos producidos por un terremoto por cada grado de intensidad, su facilidad de compatibilización con otras escalas y ser la utilizada en nuestro país. Este último factor definió nuestra selección, ya que la mayoría de los terremotos estudiados, están señalados por el autor en diferentes Publicaciones y Reportes de Investigación utilizando esta escala.

Un elemento novedoso introducido para este trabajo, fue la utilización de Encuestas Retrospectivas para la reconstrucción de terremotos perceptibles en el pasado reciente. Esto facilitó fundamentalmente, obtener datos macrosísmicos de terremotos ocurridos en este siglo sobre la base del acceso a documentos localizados en Museos y Comisiones Locales de Historia; así como de entrevistas a Informantes de estas Instituciones en 86 municipios de nuestro país.

2.2. Parámetros de los sismos perceptibles y confección del Catálogo.

2.2.1. Criterios básicos.

Para obtener los parámetros de los terremotos mediante la evaluación de los datos macrosísmicos recopilados se utilizaron dos criterios fundamentalmente.

El primero de ellos corresponde al caso en que se pudo confeccionar el mapa de isosistas del terremoto analizado y consiste en obtener mediante un Modelo de Isosistas Elípticas (Alvarez y Chuy, 1985) el valor de la magnitud y profundidad del mismo. En correspondencia con los parámetros de la relación A/B y Dirección Preferencial de Atenuación obtenidos anteriormente por Chuy (1995) para cada Zona Sismogénica a la que se asocia el terremoto y utilizando el programa MACRO (Pico y Chuy, 1990), que permite trazar isosistas teóricas en correspondencia con el Modelo señalado (ver Epígrafe 3.2.2), por un proceso de prueba y error se seleccionó el mejor ajuste.

Se debe significar que la utilización del Modelo señalado, en los casos en que se hubiera reportado perceptibilidad bien definida en al menos 5 - 9 localidades con una distribución geográfica aceptable (Ver en el Anexo 5 los sismos de 1766-06-12, 1852-11-26, 1906-06-22, 1914-12-25, 1930-01-17, 1937-05-14, 1944-12-15, 1970-11-11 y 1971-07-26 entre otros), posibilitó en algunos casos la precisión en la determinación de los parámetros (Ver como ejemplo en el Anexo 7 las modelaciones de los sismos de 1766-06-12, 1852-11-26, 1930-01-17 y 1937-05-14). De esta manera, se obtuvo la intensidad de los sismos por la evaluación de los

reportes, las coordenadas epicentrales por el centro de las isosistas teóricas y por ajuste del Modelo, la profundidad y magnitud M_s .

El segundo criterio corresponde al caso en que los datos macrosísmicos no permitieron trazar el mapa de isosistas. A este pertenece el mayor número de los terremotos analizados. Los parámetros fueron estimados de la siguiente forma:

Intensidad. Determinada a través de la Escala de Intensidades MSK, considerando las correspondientes soluciones para los casos de mayor o menor cantidad de información. Para los casos de sismos evaluados en otras escalas, tanto si presentaban datos macrosísmicos o no, se preparó su equivalente para la MSK (Tabla 2.1). Se tuvo en cuenta, además, la fuente, la fecha, la calidad de la información, el tipo y la cantidad de reportes por localidades; así como el grado de detallamiento de las descripciones.

Coordenadas del epicentro. Determinadas en primer lugar tomando las coordenadas del punto donde se reporta la mayor intensidad y en segundo lugar, en caso de haber varias localidades con el valor más alto de intensidad señalado, se tomó la coordenada del centro geométrico promediado entre ellas. Objeto de un tratamiento especial fueron los sismos reportados únicamente en la ciudad de Santiago de Cuba con valores de intensidad 5.0 MSK o más, que no tuvieran mapa de isosistas. En este último caso el criterio fue fijar coordenadas referidas a la Zona Sismogénica correspondiente a la estructura Bartlett -Caimán.

Profundidad. Se prefijaron valores en correspondencia a las características sismotectónicas de las Zonas Sismogénicas conocidas en las que en principio, por su cercanía, se produjo el terremoto y al nivel de conocimiento de su sismicidad característica.

Magnitud. Determinada a partir de la relación $l_0 = f(M_s)$ planteada en el Modelo de Isosistas Elípticas de Alvarez y Chuy (1985). Se consideró al mismo tiempo que en dependencia de la precisión de los datos macrosísmicos obtenidos, con los que se determinó la intensidad sísmica, se tomarían valores mayores o menores de este parámetro. En todos los casos como l_0 se tomó el valor de la Intensidad Máxima reportada.

TABLA 2.1: Comparación de Intensidades entre diferentes Escalas Sísmicas.

ESCALA ROSSI-FORELL	ESCALA MERCALLI CANCANI SIEBERG	ESCALA MERCALLI MODIFICADA	ESCALA MSK 1978	ESCALA MAXWELL HALL 1922 *	ESCALA WIECHERT *
I	I	I	I		
II	II	II	II	I	
III	III	III	III	I	I
IV	IV	IV	IV	II	I
V-VI	V	V	V	III	I
VII	VI	VI	VI	IV	II
VIII	VII	VII	VII	V	II
IX	VIII	VIII	VIII	VI	III
X	IX	IX	IX	VI	III
X	X	X	X		
X	XI	XI	XI		
X	XII	XII	XII		

* Esta comparación fue realizada por el autor durante el desarrollo de esta investigación, de acuerdo con las descripciones de sus distintos grados.

Debemos señalar que las relaciones del tipo $I = f(M_s)$ o $I = f(M_s, r)$ no tienen una solución única, sino que en la práctica determinan un intervalo de magnitudes, debido a que a cada valor de intensidad I le corresponde a un intervalo $(I - 0.5, I + 0.5)$ por el propio error implícito en la determinación de los grados.

Los intervalos de M_s correspondientes a cada valor de I , se pueden determinar directamente por la fórmula de Fedotov y Shumilina (1971) propuesta en el Modelo de Isosistas señalado:

$$I = 1.5 M - 2.63 \log r - 0.0087 r + 2.5 \quad [2.1]$$

donde r es la distancia hipocentral, I la intensidad y M la magnitud M_s del terremoto.

En todos los casos se respetaron y se incluyeron los parámetros instrumentales en el caso de que existieran. Esta es la razón por la que a todos los parámetros macrosísmicos, para distinguirlos, se les puso paréntesis. Se incluyen los datos instrumentales de terremotos reportados desde finales de la década del 60 en nuestra Red de Estaciones. Esto se refiere al caso de que el valor de la energía liberada, en ese periodo, se expresaba en términos de la Clase Energética K , las cuales se relacionan entre sí a través de la relación

$$E \text{ (joules)} = 10^K \quad [2.2]$$

por lo que fue necesario utilizar las relaciones de correlaciones específicas para nuestra región entre Ms y K, propuestas por el Servicio Sismológico Nacional en ocasión de las investigaciones de la CEN - Norte de Holguín y que se señalan a continuación.

$$\mathbf{Ms = 0.48 K - 1.5} \qquad \mathbf{[2.3]}$$

$$\mathbf{Ms = 1.66 mb - 3.68} \qquad \mathbf{[2.4]}$$

$$\mathbf{Ms = 0.68 Kt - 3.68} \qquad \mathbf{[2.5]}$$

donde K, mb y Kt son la Clase Energética, la magnitud por ondas de volumen y la Clase Energética por Duración del Registro. En los casos de que se disponga de más de uno de estos parámetros, su conversión a magnitud para el Catálogo se hizo en este mismo orden.

Para preparar el listado cronológico de partida se utilizaron los sismos reportados por Chuy y González, 1980; Chuy, González y Escalona, 1980; Chuy y Rodríguez, 1980; Chuy, 1982; Chuy y Pino, 1982; Chuy y Alvarez, 1984; Chuy, González y Vorobiova, 1986; Chuy, Dzhuraev, Alvarez et al, 1988; Chuy, González y Polo, 1988; Chuy, 1989; Orbera, González, Chuy et al, 1990; Chuy, Alvarez, Zapata et al, 1992; González, Chuy, Alvarez et al, 1994; en los que se incluye implícitamente, tal y como se consideró en cada uno de estos trabajos, un conjunto significativamente grande de consultas bibliográficas sobre datos macrosísmicos, ya que en todos ellos se presentan catálogos de terremotos ocurridos en diferentes zonas y regiones del país.

Como un elemento complementario y para la mejor comprensión de la forma en que el autor se propuso realizar la determinación de las intensidades sísmicas de los terremotos, utilizando los datos macrosísmicos recopilados, en el Anexo 2 de este trabajo se presenta el resumen de las evaluaciones realizadas a los terremotos del 23 de enero de 1880, del 16 de diciembre de 1982 y del 20 de agosto de 1852. Así también, en el Anexo 4 se presentan testimonios gráficos de los efectos producidos por algunos terremotos en diferentes partes de Cuba. Queremos significar que en la mayoría de los casos de terremotos de siglos pasados no se pudo contar con publicaciones de alguna clase con el nivel informativo adecuado o completo y en los de este siglo, además, con encuestas lo suficientemente detalladas.

2.2.2. Catálogo de Terremotos Perceptibles de Cuba (1528 - 1990).

El Catálogo de Terremotos Perceptibles de Cuba que se presenta en el Anexo 3 comprende todos los sismos reportados, en los que su epicentro inferido se localice en el archipiélago cubano, tomando en consideración los aspectos señalados en el epígrafe anterior y además, bajo los criterios de selección siguientes:

- 1528 marca el primer terremoto perceptible reportado en Cuba y 1990 señala el año de cierre de información y hasta el cual todos los datos de forma consecutiva y sin excepción, fueron evaluados o revisados directamente por el autor. Se realizó la recopilación de datos, su análisis y evaluación de algunos sismos posteriores a 1990, pero sólo para su aplicación en otros objetivos de este trabajo.
- Todos los terremotos reportados y/o analizados anteriormente por el autor fueros sometidos a un proceso de reevaluación en el marco de esta investigación.
- Se analizaron los sismos de fechas repetidas en la misma o diferentes fuentes, para dejar sólo los más confiables.
- Sólo se presentan los terremotos principales propiamente; esto es, no se incluyen los premonitores ni las réplicas, las que en todos los casos presentan intensidades menores que el sismo principal o desconocidas (?).
- Como criterio para la definición de los premonitores, se tomó el que hubieran sido reportados en la misma área en que se señala la localidad que presenta la mayor intensidad, en un plazo hasta de 5 días antes del sismo principal y con intensidad menor que éste.
- Se presentan todos los terremotos de intensidad mayor o igual a 7.0 MSK. Los sismos de intensidad 5.0 y 6.0 se presentan a menos que no hayan sido considerados réplicas. No se consideró el proceso de eliminación de réplicas para sismos de intensidades menores de 5 grados o desconocidas, por lo que aparecen en algunos casos agrupamientos de terremotos.
- Se utilizó preliminarmente como criterio temporal para eliminar réplicas, el propuesto por Gardner y Knopoff (1974); aunque después de un mes sin actividad perceptible en la zona se detiene el proceso de eliminación de réplicas posibles en todos los casos de intensidad 5.0 MSK, de 2 meses si de 6.0 MSK y 3 meses para intensidades superiores.
- Para las réplicas se consideró, además del valor de la intensidad del sismo que se analiza, su cercanía a la zona del sismo principal.

- Terremotos del mismo valor de intensidad en meses consecutivos se dejan en el listado y se repite el proceso de selección de réplicas.
- Para la selección de réplicas en los casos de sismos con mapas de isosistas, se tuvo en cuenta la orientación de las isosistas y la relación A/B (razón de los ejes de las elipses). De no ser coincidentes no se relacionaron entre sí como réplicas de un sismo principal.
- No se eliminaron como réplicas, los sismos en los que la fecha de su ocurrencia no estuviera definida y fuera posible su relación con un terremoto principal.
- En la Tabla 2.2 aparece la cantidad de sismos considerados réplicas en correspondencia con los criterios señalados y los terremotos a las que estaban asociadas. En total son 169 de la provincia de Santiago de Cuba del total de 443 seleccionados; de éstos, prácticamente todos pertenecen a los siglos XIX y XX, en particular al último, lo que era de esperar por el nivel informativo de esa época.
- En el caso de que no estuviera definida la hora de ocurrencia del sismo y sí el momento del día en que ocurrió, se señala en el texto MNN si de mañana, TRD si de tarde, NCH si de noche, MDA si de madrugada y DIA si en algún momento del día. En los casos en que se hubiera reportado un lapso de tiempo, se consideró la hora intermedia.
- Se hicieron ajustes de tiempo para llevar todas las horas al Tiempo Universal UT y no usar la Hora Local.
- En todos los casos se dejaron los datos instrumentales conocidos aunque no estuvieran completos y los datos macrosísmicos propuestos para cada terremoto se señalan con paréntesis en línea independiente. En todos los casos, estas coordenadas se propusieron como macrosísmicas a menos que fuera posible modelar sus isosistas.
- Todos los valores de magnitud se refieren a Ms. En los casos en que se obtuvieron de K se señalan con (-) en la línea superior, si de mb con \ - \ y si de Kt (clase energética por la duración del registro) a través de [-].
- En los casos en que la intensidad era desconocida (?) no se hicieron inferencias sobre su magnitud y profundidad para el Catálogo.

TABLA 2.2: Cantidad de réplicas consideradas en el Catálogo de Terremotos Perceptibles.

FECHA	HORA (UT)	I (MSK)	CRP
1766 06 12	05:14	9.0	2
1800 10 14	-	6.0	1
1826 09 18	09:29	7.0	1
1842 07 07	-	7.0	2
1844 08 27	03:29	5.0	1
1852 08 20	14:05	9.0	26
1852 11 26	08:44	8.0	9
1854 03 16	06:29	5.0	1
1854 09 09	-	5.0	1*
1858 01 28	22:04	7.0	1
1869 01 01	23:14	5.0	3
1870 09 11	14:29	6.0	1
1871 01 21	02:59	5.0	5
1880 01 23	04:39	8.0	44*
1880 07 17	04:29	5.0	1
1886 08 31	22:20	5.0	1*
1887 10 30	05:26	5.0	1
1898 08 26	16:29	5.0	1
1905 10 13	21:59	6.0	4
1906 06 22	07:09	7.0	1
1911 05 26	07:14	8.0	1
1914 02 28	05:19	7.0	9*
1927 03 25	04:17	6.0	7
1930 01 17	12:00	7.0	1
1932 02 03	06:15:55.0	8.0	123
1933 05 05	13:28	5.0	2
1933 12 17	23:25	5.0	4
1934 02 12	04:30	6.0	2
1934 10 05	22:15	6.0	2
1937 01 05	23:45	5.0	1
1937 07 07	09:20	5.0	2
1937 12 20	15:35	6.0	1*
1939 08 15	03:52:31.0	7.0	24*
1942 03 23	20:32	5.0	1
1942 09 25	16:55	5.0	1
1943 07 30	02:40	6.0	1*
1943 08 26	12:30	5.0	1
1947 08 07	00:40:20.0	7.0	45
1948 03 27	05:30	5.0	1
1950 06 15	22:55	6.0	1*
1951 03 13	10:00:10.2	6.0	1
1954 06 13	16:59:14.7	5.0	2
1956 01 01	07:00	5.0	6
1956 07 09	09:40	6.0	8
1957 03 16	12:46:08.2	6.0	2
1961 04 18	00:20	5.0	2
1962 04 20	05:20	5.0	1
1962 08 18	10:20	5.0	1
1974 04 08	03:18:11.0	6.0	10*
1976 02 19	13:59:59.0	8.0	38*
1982 09 01	20:20:17.0	6.0	5*
1985 09 01	01:01:00.2	5.0	1
1990 05 22	20:35:40.4	6.0	4
1990 09 04	08:03:03.7	6.0	2
1992 05 25	16:55:02.4	7.0	20

NOTAS

CRP

Cantidad de réplicas perceptibles

*

Sismos con epicentro fuera de la provincia Santiago de Cuba.

Totales

Cuba: 443

Santiago de Cuba: 169

2.3. Valoración de la calidad de los datos obtenidos.

Un aspecto que no puede pasarse por alto es la valoración de la calidad de la información recopilada y evaluada que se presenta. Sin embargo, es extremadamente difícil pronunciarse al respecto, ya que en el transcurso del trabajo encontramos que sismos reportados en siglos anteriores están mejor descritos que otros más recientes, pero no en todos los casos; los terremotos no siempre contienen el mismo nivel informativo para cada localidad reportada, por lo que para un mismo terremoto todos los puntos no tienen la misma confiabilidad; hay sismos que tienen pocos puntos pero todos con una cantidad grande de datos, pero no siempre geográficamente bien distribuidos; otros tienen muchos reportes de localidades pero con un nivel muy bajo en las descripciones o no distribuidas homogéneamente, o bien la cantidad de información por localidades distribuidas homogéneamente no tienen el mismo rigor.

No obstante esta dificultad, se presenta en forma de Tablas una valoración cualitativa de los resultados obtenidos en el proceso de confección del Catálogo.

En la Tabla 2.3 se muestra un resumen de los sismos incluidos en el Catálogo divididos por décadas e intensidades, en el que obviamente aparecen en los siglos XIX y XX la mayor cantidad de los 961 sismos reportados. La potencialidad sísmica que siempre se ha manifestado en la provincia de Santiago de Cuba, se distingue en la Tabla 2.4 en la que se señalan los 537 correspondientes a esa región. Es evidente que falta una cantidad bastante grande de sismos de baja intensidad, lo cual en principio puede ser debido a que por su propio valor pueden no haberse reportado, fundamentalmente en regiones de nuestro territorio en que no es corriente un nivel de actividad sísmica alta.

La cantidad de sismos que presentan datos más o menos completos del momento de su ocurrencia, esto es, en lo concerniente a si tienen el dato del año, del mes, del día y de la hora, y de éstos a cuántos se les pudo determinar su valor de intensidad, aparecen en la Tabla 2.5. Tanto para toda Cuba, como para la provincia de Santiago de Cuba, se señala el valor en por ciento que representan, tanto entre sí respecto al conocimiento temporal de su ocurrencia, como respecto a la cantidad total reportada. Es evidente que la mayoría de los sismos del Catálogo seleccionado tienen sus parámetros temporales y de intensidad completos.

La distribución de sismos por intensidades, en relación con el momento de su ocurrencia distribuidos por siglos, se muestra en la Tabla 2.6 para Cuba y en la 2.7 para la provincia de Santiago de Cuba. En ambos casos se observa que la mayoría corresponden a sismos con intensidad determinada, con su momento de ocurrencia definido en el siglo XX.

Un aspecto que el autor consideró necesario incluir fue la distribución de los terremotos por décadas, pero utilizando como parámetro sus valores de magnitud. En la Tabla 2.8 se presentan los resultados obtenidos para toda Cuba y en la Tabla 2.9 para la provincia de Santiago de Cuba, en los que evidentemente se cumple lo planteado anteriormente para las intensidades.

En la Tabla 2.10 se presenta un resumen de la cantidad de sismos por intensidades para periodos de 50 años y en la que se reitera lo planteado anteriormente.

Finalmente, en relación a la calidad de los parámetros determinados de los terremotos perceptibles y que se presentan en el Anexo 3, se incluyeron 2 coeficientes cualitativos, relativos al área pleistósística el primero y al volumen de información el segundo.

El coeficiente que describe el área de perceptibilidad, F en el Catálogo, señala si el terremoto presenta mapa de isosistas de alguna forma y se propone en una escala de 1 hasta 5 siguiendo el criterio de menor a mayor cantidad de puntos empleados en su confección. Esto es,

1. No pudo confeccionarse mapa de isosistas. Se corresponde con sismos que presentan descripciones de perceptibilidad en no más de 3 puntos.
2. Presenta hasta 5 puntos cartografiados. Existen otros casos de sismos en esa zona que facilitaron la comprensión del trazado de sus isolíneas de intensidad y/o el modelado de sus parámetros fundamentales.
3. Tiene mapa de isosistas. Presenta entre 5 y hasta 10 puntos cartografiados con una distribución geográfica aceptable para el trazado de isolíneas de intensidad.
4. Tiene mapa de isosistas. Presenta más de 10 puntos cartografiados y la intensidad excede los 5 grados MSK de intensidad.
5. Tiene mapa de isosistas. Presenta más de 10 puntos cartografiados y la intensidad no excede los 5 grados MSK.

Con respecto al volumen de información, P en el Catálogo, el criterio que se propone es una gradación de 1 a 5 considerando la cantidad de puntos donde fue posible evaluar la intensidad sísmica.

1. Si la información recopilada no permite la evaluación del grado de intensidad sísmica, ni siquiera en el área donde se propone el epicentro.

TABLA 2.3: Cantidad de reportes de Sismos Perceptibles de Cuba por décadas.

FECHA	I=?	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	Total
1521-1530								1							1
1531-1540															
1541-1550															
1551-1560												1			1
1561-1570															
1571-1580										1		1			2
1581-1590															
1591-1600															
1601-1610															
1611-1620															
1621-1630										1					1
1631-1640															
1641-1650															
1651-1660															
1661-1670															
1671-1680	1									1		1			3
1681-1690										1					1
1691-1700	1														1
1701-1710															
1711-1720															
1721-1730															
1731-1740															
1741-1750															
1751-1760				1				1		1		1			4
1761-1770	2			1										1	4
1771-1780	1					1				1					3
1781-1790															
1791-1800	2					1		1							4
1801-1810	1			1				1	1						4
1811-1820	1			1											2
1821-1830	2			2				1		1					6
1831-1840	3					2									5
1841-1850	11	3	1	8		5				1					29
1851-1860	10	8		11	2	8				1		1		1	42
1861-1870	2	3		9		4		1							19
1871-1880	6	8		11		8	1	1				1			36
1881-1890		3	1	14	1	4		1							24
1891-1900	5	6		12	1	6		1							31
1901-1910	4	8	2	13		8		4		2					41
1911-1920	2	1	1	15	1	5		1		2					28
1921-1930		3	3	4		5		2		2					19
1931-1940	10*	38	2	37	4	12	1	7		1		1			113
1941-1950	1	28	4	39	3	14		3		1					93
1951-1960	5	90	3	41	1	15	1	4							160
1961-1970	5	26	3	27	1	7	1	3							73
1971-1980	4	21	1	25	3	4	1	2				1			62
1981-1990	6	37 +	22	51	16	13		4							149
Totales	85	283	43	323	33	122	5	39	1	17		8		2	961

Nota: * se incluye reporte local de olas sísmicas con I = ?.

+ se incluye reporte de intensidad I = 2.5.

TABLA 2.4: Cantidad de reportes de Sismos Perceptibles de la provincia Santiago de Cuba por décadas.

No.	FECHA	INTENSIDAD							Total
		3	4	5	6	7	8	9	
1	1571-1580					1	1		2
2	1581-1590								
3	1591-1600								
4	1601-1610								
5	1611-1620								
6	1621-1630								
7	1631-1640								
8	1641-1650								
9	1651-1660								
10	1661-1670								
11	1671-1680	1				1	1		3
12	1681-1690					1			1
13	1691-1700								
14	1701-1710								
15	1711-1720								
16	1721-1730								
17	1731-1740								
18	1741-1750								
19	1751-1760		1		1	1	1		4
20	1761-1770							1	1
21	1771-1780	1				1			2
22	1781-1790								
23	1791-1800			1	1				2
24	1801-1810	1			2				3
25	1811-1820	1							1
26	1821-1830	2	1			1			4
27	1831-1840	1							1
28	1841-1850	7	6	4		1			18
29	1851-1860	9	7	5		1	1	1	24
30	1861-1870	1	7	2	1				11
31	1871-1880	7	5	6					18
32	1881-1890	4	13	2	1				20
33	1891-1900	9	12	4	1				26
34	1901-1910	7	7	4	2	2			22
35	1911-1920	3	4	2	1	1			11
36	1921-1930	1		1	1	1			4
37	1931-1940	28	19	10	6		1		64
38	1941-1950	18	12	7	1	1			39
39	1951-1960	82	23	7	3				115
40	1961-1970	17	10	6	2				35
41	1971-1980	6	9	1	1				17
42	1981-1990	38	42	6	3				89
TOTALES		244	178	68	27	13	5	2	537

Nota: En Intensidad I = 3 (MSK) se incluyen los de I = ? y 3.5, en los de I = 4 los de I = 4.5, en los de I = 5 los de I = 5.5 y así sucesivamente.

TABLA 2.5: Cantidad de terremotos con diferente información temporal de su momento de ocurrencia para Cuba y la provincia Santiago de Cuba .

T – total de sismos con diferente información, % - por ciento del total de sismos, I – cantidad que tienen precisada su intensidad, %(T1) – por ciento del total reportado que tienen valor de intensidad, %(I) – por ciento relativo a los que tienen reportado intensidad, ? – cantidad de sismos sin intensidad definida con diferente información temporal, %(T2) – por ciento del total reportado que no tienen valor de intensidad, %(?) – por ciento relativo a los que no tienen reportada intensidad.

CUBA								
	T	%	I	%(T1)	%(I)	?	%(T2)	%(?)
Año	149	15.5	124	12.9	14.2	25	2.6	29.4
Año Mes	71	7.4	65	6.8	7.4	6	0.6	7.1
Año Mes Día	135	14.0	106	11.0	12.1	29	3.0	34.1
Año Mes Día Hora	606	63.1	581	60.5	66.3	25	2.6	29.4
TOTAL	961	100	876	91.2	100	85	8.8	100

PROVINCIA SANTIAGO DE CUBA								
	T	%	I	%(T1)	%(I)	?	%(T2)	%(?)
Año	6	1.1	2	0.4	0.5	4	0.7	9.3
Año Mes	23	4.3	19	3.5	3.8	4	0.7	9.3
Año Mes Día	63	11.6	50	9.4	10.1	11	2.4	30.2
Año Mes Día Hora	445	83.0	423	78.8	85.6	23	4.1	51.2
TOTAL	537	100	494	92.1	100	42	7.9	100

TABLA 2.6: Terremotos reportados en Cuba por siglos, rango de intensidad y nivel informativo temporal de su momento de ocurrencia.

Tipo	Siglo	Total	I = ?	I ≤ 5	I = 6	I ≥ 7
Año	16	3			1	2
	17	2	1			1
	18	2	2			
	19	28	14	14		
	20	114	8	106		
Año Mes	16	1				1
	17	1				1
	18	1				1
	19	24	4	18	2	
	20	44	2	42		
Año Mes Día	16					1
	17	2	1			2
	18	9	3	3	1	1
	19	50	13	36		
	20	78	12	66		
Año Mes Día Hora	16					
	17	1				1
	18	3		1	1	1
	19	96	10	76	5	5
	20	502	15	447	30	10
TOTAL DE TERREMOTOS		961	85	809	40	27

Nota: Se incluyen en esta Tabla los sismos de Caimán (1852 JUL 07 y 1905 MAY 06).

TABLA 2.7: Terremotos reportados en la provincia de Santiago de Cuba por siglos, rango de intensidad y nivel informativo temporal de su momento de ocurrencia.

Tipo	Siglo	Total	I = ?	I ≤ 5	I = 6	I ≥ 7
Año	16	1				1
	17	1				1
	18	1	1			
	19	3	3			
	20					
Año Mes	16	1				1
	17					
	18	1				1
	19	18	2	14	2	
	20	3	2	1		
Año Mes Día	16					
	17	2	1			1
	18	5		2	1	2
	19	28	7	20		1
	20	28	5	23		
Año Mes Día Hora	16					
	17	1				1
	18	2			1	1
	19	77	8	62	3	4
	20	365	14	325	20	6
TOTAL DE TERREMOTOS		537	43	447	27	20

TABLA 2.8: Cantidad de reportes de Sismos Perceptibles de Cuba por rango de magnitudas estimadas.

FECHA	MAGNITUD Ms													
	?	≤ 2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	Total
1521-1530								1						1
1531-1540														
1541-1550														
1551-1560										1				1
1561-1570														
1571-1580										1		1		2
1581-1590														
1591-1600														
1601-1610														
1611-1620														
1621-1630							1							1
1631-1640														
1641-1650														
1651-1660														
1661-1670														
1671-1680	1									1		1		3
1681-1690										1				1
1691-1700	1													1
1701-1710														
1711-1720														
1721-1730														
1731-1740														
1741-1750														
1751-1760				1					1	1		1		4
1761-1770	2			1									1	4
1771-1780	1				1					1				3
1781-1790														
1791-1800	2					1	1							4
1801-1810	1			1			1		1					4
1811-1820	1			1										2
1821-1830	2			2			1			1				6
1831-1840	3				1	1								5
1841-1850	11		1	10	2	3	1			1				29
1851-1860	10			19	4	4	1				1	1	2	42
1861-1870	2		1	11	1	3		1						19
1871-1880	6		2	13	4	9	1			1				36
1881-1890				18	1	4		1						24
1891-1900	5			17	2	6		1						31
1901-1910	4		4	16	4	6	1	3	1	1		1		41
1911-1920	2		4	12	4	2	1	1		1	1			28
1921-1930	0		1	8	2	3	1	3		1				19
1931-1940	11		3	75	4	10	2	4	3			1		113
1941-1950	1		2	66	9	7	6	1			1			93
1951-1960	5		2	130	5	14	2	2						160
1961-1970	6	1	10	41	7	3	3	2						73
1971-1980	2		13	26	13	6		1		1				62
1981-1990			25	64	40	10	6	4						149
Totales	79	1	68	632	104	92	28	26	6	13	3	6	3	961

TABLA 2.9: Cantidad de reportes de Sismos Perceptibles de Santiago de Cuba por rango de magnitudes estimadas.

FECHA	MAGNITUD Ms													Total
	?	≤2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	
1571-1580										1		1		2
1581-1590														
1591-1600														
1601-1610														
1611-1620														
1621-1630														
1631-1640														
1641-1650														
1651-1660														
1661-1670														
1671-1680	1									1		1		3
1681-1690										1				1
1691-1700														
1701-1710														
1711-1720														
1721-1730														
1731-1740														
1741-1750														
1751-1760				1					1	1		1		4
1761-1770													1	1
1771-1780	1									1				2
1781-1790														
1791-1800						1	1							2
1801-1810	1						1		1					3
1811-1820	1													1
1821-1830	2			1						1				4
1831-1840	1													1
1841-1850	6			7		3	1			1				18
1851-1860	1			14		4	1				1	1	1	24
1861-1870				8		2		1						11
1871-1880	3			9		6								18
1881-1890				16	1	2		1						20
1891-1900	4			16	1	4		1						26
1901-1910	3			11		4		2	1	1				22
1911-1920	2			5		1	1	1			1			11
1921-1930				1		1		1		1				4
1931-1940	6			41		9	1	4	2			1		64
1941-1950				30		4	4				1			39
1951-1960				105		7	1	2						115
1961-1970	2	1	1	21	3	3	3	1						35
1971-1980				4	9	3		1						17
1981-1990			11	44	23	7	2	2						89
Totales	35	1	12	334	37	61	16	17	5	9	3	5	2	537

TABLA 2.10: Síntesis de la Sismicidad de Cuba para períodos de tiempo de 50 años e Intensidades MSK.

FECHA	INTENSIDAD MSK							Total
	3	4	5	6	7	8	9	
1521-1550				1				1
1551-1600					1	2		3
1601-1650					1			1
1651-1700	2				2	1		5
1701-1750								
1751-1800	5	2	2	2	2	1	1	15
1801-1850	22	12	7	3	2			46
1851-1900	52	61	31	4	1	2	1	152
1901-1950	107	116	45	17	8	1		294
1951-1990	223	165	42	13		1		444
TOTALES	411	356	127	40	17	8	2	961

Nota: En Intensidad I = 3 (MSK) se incluyen los de I = 2, 2.5 y 3.5; en los de I = 4 los de I = 4.5, en los de I = 5 los de I = 5.5 y así sucesivamente.

2. Si aunque se pueda evaluar el grado de intensidad sísmica en la zona epicentral, no se conocen de otros puntos de perceptibilidad en áreas cercanas. Puede tener datos instrumentales.
3. Si pudiéndose evaluar el grado de intensidad sísmica en la zona epicentral, se conocen otros puntos de perceptibilidad definida en áreas cercanas. No tiene mapa de isosistas. Puede tener datos instrumentales.
4. Si se conocen varios puntos de perceptibilidad definida además del valor en la zona epicentral y se pudo confeccionar su mapa de isosistas. No tiene datos instrumentales.
5. Si se tienen datos instrumentales del sismo y se conocen datos macrosísmicos suficientes para la confección de su mapa de isosistas.

2.4. Confección del Atlas de Isosistas de Cuba.

La confección de un Atlas de Isosistas se hizo expresamente necesario para poder completar las valoraciones de sismicidad de nuestro territorio y analizar las características de la atenuación sísmica, al menos en términos de intensidad, con fines de la estimación de la peligrosidad sísmica de Cuba con mayor precisión.

Para la presentación de los 196 mapas de isosistas de terremotos de Cuba incluidos en el Atlas, se adoptaron los siguientes criterios:

- La representación de los mapas se ha efectuado en solamente dos escalas de forma que se facilite su uso estandarizado, esto es 1:1 000 000 y 1:2 000 000. En todos los casos para ubicar la zona donde ocurrió el sismo, aparece un recuadro en el que se significa incluso la incidencia regional del terremoto. En la selección de la escala se ha tenido en cuenta que el área a representar tuviese una significación lo suficientemente precisa y representativa de los valores de intensidad.
- Se han incluido todas las localidades de las que se ha dispuesto de información, cartografiando expresamente las más importantes. Para una mejor localización, en los mapas aparecen los paralelos y meridianos. Este dato nos parece de especial importancia pues apoya la fiabilidad con que se han trazado las líneas isosistas.
- El valor de intensidad de cada isosista se ha incluido dentro del área que representa y no en la línea que la delimita. Esto facilitó su posterior modelación para atenuación sísmica.
- La forma de las líneas isosistas respeta los valores de intensidad cartografiados, aunque para facilitar la comprensión y uniformidad de su modelado posterior, en general, se suavizaron los trazos tratando de definir en primera opción una forma elíptica en ellas, lo que no fue posible en muchos de los casos analizados. De esta forma puede presentarse el caso de incluir dentro de una misma área valores de intensidad distintos, aunque aceptables dentro del nivel de error de las determinaciones. En otros casos, por tener conocimiento de las características de la atenuación en la estructura activa a la que se asocia, fueron trazadas las isosistas a pesar de tener pocos puntos.

2.5. Discusión de los resultados.

Los principales resultados obtenidos se presentan en los Anexos 3 y 5, y corresponden a una versión resumida de 961 sismos en un Catálogo de Terremotos Perceptibles de Cuba (1528 - 1990) y al Atlas de Isosistas (Por su extensión sólo se muestra una selección de 46 de los 196 casos). Se adiciona el caso del sismo del 4 de agosto de 1946 ocurrido en República Dominicana, como ejemplo de terremoto con una gran extensión de área pleistosística, que abarca prácticamente todas las Antillas Mayores.

Los sismos con intensidad mayor o igual a 7.0 MSK reportados en Cuba y sus principales parámetros espacial - energéticos evaluados se significan en la Tabla 2.11, en la que además se incluyó al sismo de 1992 (Guasch et al, 1992) para completar la información sobre los terremotos fuertes.

Con independencia de los terremotos reportados en el territorio del archipiélago cubano, fueron analizados los sismos históricos reportados en las vecinas islas de Jamaica, Haití y República Dominicana (Tomblin y Robson, 1977; Chuy, Dzuraev, Alvarez et al, 1988; Chuy y Alvarez, 1989; Chuy, Alvarez, Zapata et al, 1992; entre otros), ya que por su cercanía los efectos de terremotos fuertes en ellas han sido perceptibles en Cuba y viceversa, además de la relación que existe entre las Zonas Sismogénicas presentes en ella y las localizadas en Cuba. Un caso que durante mucho tiempo fue considerado un sismo con epicentro en las cercanías de Santiago de Cuba es el del 23 de septiembre de 1887 ($I = 7.0$ MSK en esta ciudad) y sólo pudo ser precisado su origen después que se analizó la Sismicidad Histórica de La Española por Chuy y Alvarez (1988), en la que puntualizaron que aunque con estos efectos, era un terremoto fuerte de esa vecina isla.

TABLA 2.11: Terremotos Fuertes reportados en Cuba.

AÑO	MES	DIA	HORA	Lat. N.	Lon. W.	Ms	H	I	LOCALIDAD
1551			-	(20.40)	(76.60)	(5.8)	(15)	8.0	BAYAMO
1578	AGO		-	(19.90)	(76.00)	(6.8)	(30)	8.0	SANTIAGO DE CUBA
1580			-	(19.90)	(76.00)	(5.8)	(30)	7.0	SANTIAGO DE CUBA
1624	OCT		-	(20.40)	(76.00)	(5.2)	(15)	7.0	BAYAMO
1675	FEB	11	-	(19.90)	(76.00)	(5.8)	(30)	7.0	SANTIAGO DE CUBA
1678	FEB	11	14:59	(19.90)	(76.00)	(6.8)	(30)	8.0	SANTIAGO DE CUBA
1682			-	(19.90)	(76.00)	(5.8)	(30)	7.0	SANTIAGO DE CUBA
1752	OCT		-	(19.90)	(76.00)	(5.8)	(30)	7.0	SANTIAGO DE CUBA
1760	JUL	11	-	(19.90)	(76.00)	(6.8)	(30)	8.0	SANTIAGO DE CUBA
1766	JUN	12	05:14	(19.80)	(76.10)	(7.6)	(35)	9.0	SANTIAGO DE CUBA
1775	FEB	11	-	(19.90)	(76.00)	(5.8)	(30)	7.0	SANTIAGO DE CUBA
1826	SEP	18	09:29	(19.90)	(76.00)	(5.8)	(30)	7.0	SANTIAGO DE CUBA
1842	JUL	07	-	(19.90)	(76.00)	(6.0)	(30)	7.0	SANTIAGO DE CUBA
1852	AGO	20	14:05	(19.77)	(75.35)	(7.3)	(30)	9.0	SANTIAGO DE CUBA
1852	NOV	26	08:44	(19.50)	(76.25)	(7.0)	(35)	8.0	SANTIAGO DE CUBA
1858	ENE	28	22:04	(19.90)	(76.00)	(6.5)	(30)	7.0	SANTIAGO DE CUBA
1880	ENE	23	04:39	(22.70)	(83.00)	(6.0)	(15)	8.0	SAN CRISTOBAL
1903	SEP	22	08:09	(19.90)	(76.00)	(5.7)	(30)	7.0	SANTIAGO DE CUBA
1906	JUN	22	07:09	(19.65)	(76.25)	(6.2)	(30)	7.0	SANTIAGO DE CUBA
1914	FEB	28	05:19	(21.22)	(76.17)	(6.2)	(32)	7.0	GIBARA
1914	DIC	25	05:19	(19.45)	(76.30)	(6.7)	(30)	7.0	SANTIAGO DE CUBA
1926	AGO	03	11:30	(20.30)	(77.10)	(5.4)	(15)	7.0	MANZANILLO
1930	ENE	17	12:00	(19.90)	(76.00)	(5.8)	(25)	7.0	SANTIAGO DE CUBA
1932	FEB	03	06:15	19.80	75.80	6.75	-	8.0	SANTIAGO DE CUBA
1939	AGO	15	03:52	22.50	79.25	5.6	-	7.0	REMEDIOS-CAIBARIEN
1947	AGO	07	00:40	19.90	75.30	6.75	50	7.0	SANTIAGO DE CUBA
1976	FEB	19	13:59	19.87	76.87	5.7	15	8.0	PILON
1992	MAY	25	16:55	19.62	77.70	7.0	30	7.0	CABO CRUZ

Nota: Los valores entre paréntesis corresponden a estimados macrosísmicos de los parámetros señalados, los cuales para el caso de que existan datos instrumentales no se presentan. Hora (UT), H (km), I (MSK).

Precisamente en estas referencias se señalan entre los casos más significativos por los efectos producidos en las diferentes islas entre sí, esto es, los correspondientes al 07 de junio de 1692 a las 16:40 UT (Intensidad máxima $I_{max} = 10.0$ MSK), 12 de junio de 1766 a las 05:14 UT ($I_{max} = 9.0$), 04 de junio de 1770 a las 00:15 UT ($I_{max} = 9.0$), 07 de mayo de 1842 a las 20:25 UT ($I_{max} = 10.0$), 20 de agosto de 1852 a las 14:05 UT ($I_{max} = 9.0$), 23 de septiembre de 1887 a las 11:55 UT ($I_{max} = 9.0$), 25 de diciembre de 1914 a las 05:19 ($I_{max} = 7.0$) y 04 de agosto de 1946 a las 17:51 UT ($I_{max} = 9.0$). Este último produjo un tsunami cuyas olas se reportaron en las playas del litoral Norte de las provincias Ciudad de la Habana y La Habana (Chuy y González, 1980; Rubio, 1982). Se debe señalar que los terremotos de 1842 y 1887 produjeron significativos efectos en Santiago de Cuba, al punto de que en los primeros listados cronológicos de Cuba, prácticamente aparecían como sismos fuertes cubanos.

Al Oeste - Suroeste de la región oriental de Cuba, en la zona de contacto de las placas Norteamericana y del Caribe, se han producido también terremotos de relativa importancia para nosotros. De ellos se destacan los del 07 de julio de 1852 y 06 de mayo de 1905, que han sido los únicos casos de sismos reportados perceptibles en prácticamente todo el territorio del archipiélago cubano y la isla de Jamaica (Chuy y González, 1980; Tomblin y Robson, 1977), por lo que el autor decidió incluirlos en el Catálogo.

Al Norte de la región Occidental, en el territorio de los Estados Unidos, se produjo un sismo en Charleston, Carolina del Sur, el 31 de agosto de 1886, de relativa importancia para nosotros. Este sismo aparece en la Historia Sísmica de los Estados Unidos (Posey, 1971; Coffman y von Hake, 1973) con una intensidad de IX-X Mercalli (equivalente al 9.5 de la escala MSK), con epicentro aproximado en los 32.9 de Latitud Norte y 80.0 de Longitud Oeste y señalada su perceptibilidad en Cuba. Este sismo aunque no aparece en el Catálogo, por nuestros datos, se reporta con 4.0 grados MSK en Ceiba del Agua (Chuy y González, 1980).

Durante la evaluación de los datos recopilados se vio que incluso hay terremotos evaluados y publicados, que presentan error en sus parámetros fundamentales. Uno de estos casos es el sismo de Gibara del 28 de febrero de 1914, al cual Miyamura (1976) considerando sismos no incluidos en el catálogo de Gutenberg-Richter, ubica en los 18 grados de Latitud Norte y los 67 grados de Longitud Oeste, con $M = 6.75$, esto es, en República Dominicana. Anteriormente, Iñiguez, Acosta y Vizcaino en 1975, en su Relación de Sismos de República Dominicana publicado por el Instituto Geográfico Universitario de la Universidad Autónoma de Santo Domingo, lo dan en este mismo lugar con esa magnitud y es significativo que no dan ningún

reporte de perceptibilidad en esa zona. Tomblin y Robson, en 1977, hacen una breve referencia al terremoto como de VII, MM, en Gibara, sin precisar coordenadas ni magnitud.

Este sismo de Gibara, es precisamente uno de los pocos terremotos que fue registrado instrumentalmente por la Estación Sismológica de Luyanó, Ciudad Habana, atendida por los Jesuitas y aunque se sabe por referencias que aparece en el Boletín preparado por ellos como publicación, el autor no pudo obtenerlo para consultarlo directamente, ni consultar el sismograma del cual Jover (La Discusión, 1914) dice que pudo revisar dos fotos. No obstante, sí fue posible consultar las descripciones señaladas en la prensa escrita, así como las investigaciones realizadas por Jover en ese propio año y que publicó en las Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural Felipe Poey, Vol. II (1916 - 1917), en la que por el análisis de los registros de la Estación de Luyanó ubica al epicentro en los 21 grados 4 minutos 30 segundos de Latitud Norte y los 76 grados de Longitud Oeste, cerca de Punta Peregrina en Gibara, clasificándolo al mismo tiempo de sismo Notable de II Grados Domesticus en la Escala de Wiechert (7.0 MSK). Con este sismo aparece por primera vez publicado, el 12 de junio de 1914, en El Heraldo de Cuba, un mapa de isosistas de un terremoto cubano para cuya confección Jover utilizó los datos macrosísmicos suministrados los 20 Alcaldes de 20 municipalidades.

Por esta razón durante la confección del Catálogo se trató siempre que fue posible, revisar los datos del reporte original y evaluarlos directamente utilizando la escala MSK. Sólo en los casos de que el sismo analizado careciera de algún tipo de información de base, se utilizó la conversión directa de escalas de intensidad presentada en la Tabla 2.1.

Otro elemento considerado en el Catálogo fue ratificar lo planteado por Chuy y Alvarez (Chuy et al, 1988), respecto a las coordenadas del epicentro de sismos de intensidad 5.0 o más, con reporte sólo en la ciudad de Santiago de Cuba y que no tuvieran mapa de isosistas. En estos casos se fijaron sus coordenadas en los 19.90 grados de Latitud Norte y 75.80 de Longitud Oeste para los de intensidad 5.0 y 6.0 MSK, y en los 19.90 Norte y 76.00 Oeste para los de intensidad 7.0 o mayores. De esta forma se vinculan a la estructura Bartlett - Caimán, principal causante de los terremotos que han afectado a la misma. Sin embargo, el autor quisiera indicar que durante este trabajo pudieron obtenerse datos de 8 localidades (5 de ellas con intensidad bien definida) del terremoto de 7.0 grados ocurrido el 17 de enero de 1930 (Tabla 2.1, Anexo 5) y su modelación utilizando el programa MACRO presenta estas coordenadas como mejor ajuste.

La utilización como método por primera vez, de Encuestas Retrospectivas, en la preparación de un Catálogo para Cuba, permitió obtener datos de sismos no conocidos e incluso hasta para confeccionar sus mapas de isosistas (ver Anexo 5). Estos son los casos, entre otros, de los terremotos de abril (Tumbadero) y agosto (Rodas) de 1942, 1ro. de enero (Morón) y 20 de septiembre (Velazco) de 1953. Para otros terremotos estas Encuestas permitieron el completamiento y reevaluación de datos reportados anteriormente sin un trabajo de campo especializado; este es el caso de los terremotos del 30 de julio de 1943 (Trinidad), 11 de noviembre de 1970 (Sancti Spíritus) y 26 de julio de 1971 (Purialito), cuyas isosistas se presentan también como ejemplo en la selección del Anexo 5.

Los resultados obtenidos en lo referente a los datos macrosísmicos recopilados y evaluados durante la realización de este trabajo por el autor, hacen extremadamente difícil realizarles un análisis estadístico riguroso, con excepción del que se presenta en las Tablas 2.3 – 2.7. Así también, los criterios adicionalmente valorados en el Epígrafe 2.3, impiden con respecto al Atlas de Isosistas, obtener resultados confiables a través de técnicas de interpolación automatizada de la información, ya que los puntos que pudieran analizarse espacialmente no tendrían siempre el mismo peso en lo que respecta al valor de su intensidad, al tiempo que la no homogeneidad de su distribución introduce una complicación adicional y sólo permiten en la mayoría de los casos una modelación general como la que se propone en el Epígrafe 3.2.2. La utilización conjunta de los coeficientes F y P introducidos en el Catálogo, permite al menos tener un criterio cualitativo sobre la calidad de los parámetros obtenidos para los terremotos en lo que respecta a extensión del área pleistósística y cantidad de localidades con reporte de perceptibilidad..

Queríamos destacar un aspecto importante en los resultados obtenidos y es que todos los datos tienen aplicado un único criterio de procesamiento. Este hecho facilita la realización de diversos tipos de análisis sobre la Sismicidad y Peligro Sísmico con cierta precisión. Es precisamente la necesidad de estas evaluaciones para Cuba, la que determinó que este Catálogo fuera preparado como una Base de Datos Automatizada, con un programa interactivo adicional que posibilita el análisis espacio - temporal de los terremotos. Un resumen adicional de descripciones sintetizadas y bibliografías de terremotos se presenta en el Anexo 12.

Finalmente, en la Figura 2.1 se presenta el histograma tridimensional de la distribución temporal de sismos por intensidades señalados en la Tabla 2.10; al tiempo que en la Figura 2.2 se muestra la distribución espacial de los epicentros reportados en Cuba que aparecen en el Catálogo y cuya gran mayoría se concentran en la región Suroriental.

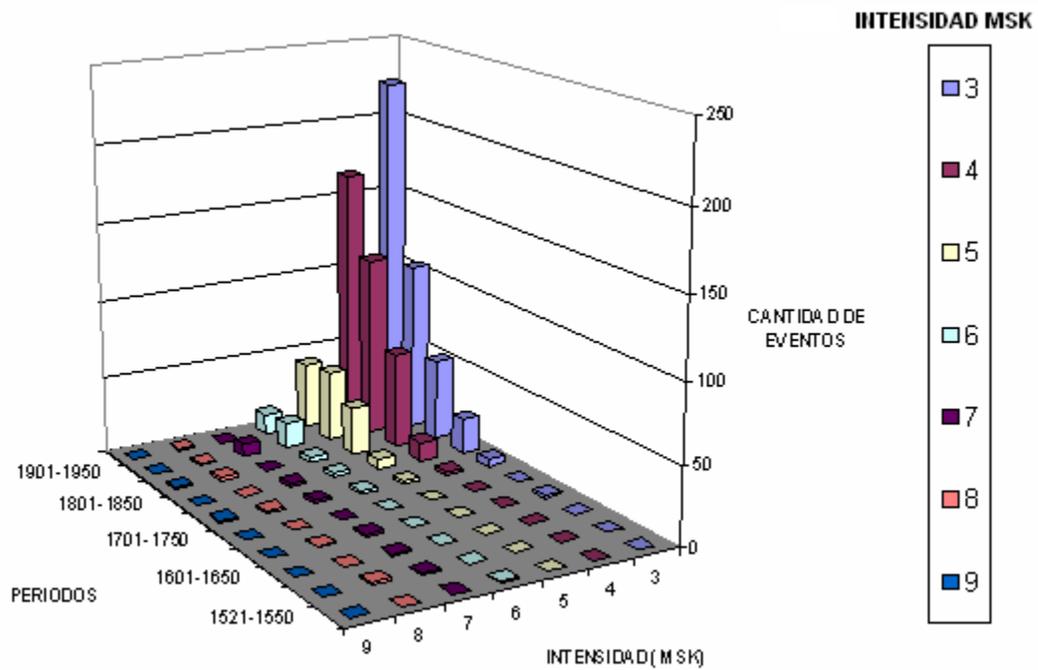


Figura 2.1. Histograma tridimensional de la distribución temporal de sismos por intensidades.

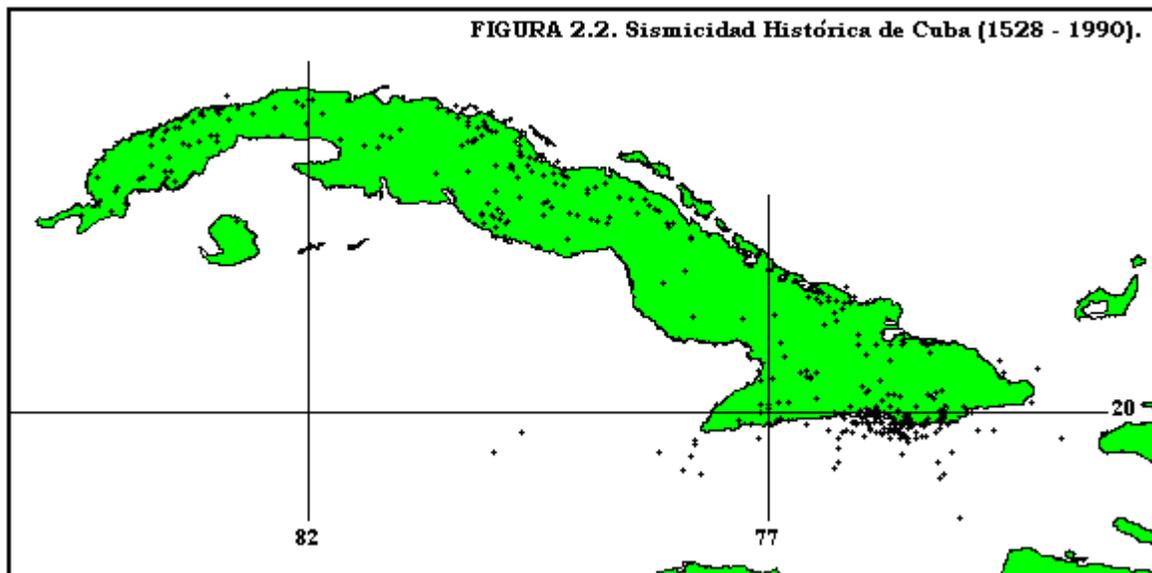


Figura 2.2. Sismicidad Histórica de Cuba (1528 – 1990).

CAPITULO 3

UTILIZACION DE LOS DATOS MACROSISMICOS EN INVESTIGACIONES REGIONALES DE PELIGROSIDAD SISMICA

CAPITULO 3

UTILIZACION DE LOS DATOS MACROSISMICOS EN INVESTIGACIONES REGIONALES DE PELIGROSIDAD SISMICA

3.1. Introducción.

La determinación de la intensidad sísmica I , que en un punto dado se produce por la ocurrencia de un terremoto de magnitud M en una Zona Sismogénica, depende de la distancia que separa el foco del punto en cuestión y de la forma en que se comporta la atenuación de la intensidad sísmica en esta región. Para explicar este último aspecto desde un punto de vista general, se han empleado modelos simples, correspondientes a campos de isosistas circulares, los cuales responden a una atenuación uniforme de la intensidad. Sin embargo, las isosistas reales de los terremotos muy pocas veces son circulares, y su forma depende, en primera instancia, de las estructuras presentes en la región donde el terremoto haya ocurrido. Por estas razones, son cada vez más frecuentes los estudios de la variación azimutal de la atenuación de las intensidades y los intentos de su modelación referidos a Zonas Sismogénicas particulares.

Por otra parte, en el análisis de los terremotos perceptibles y fuertes, la caracterización del tiempo de aparición y ubicación espacial de premonitores y réplicas, está condicionada a las características geodinámicas de la región donde esté ubicada la Zona Sismogénica que dio origen a los mismos.

En este Capítulo se presentan los resultados obtenidos de la modelación de isosistas de terremotos estudiados por el autor, con el fin de validar los parámetros de atenuación sísmica, en términos de intensidad, utilizando un Modelo de Isosistas Elípticas para las Zonas Sismogénicas de Cuba y se introduce la posibilidad de utilizar un modelo complejo elipse - lemniscata para explicar la distribución espacial de intensidades de algunos terremotos reportados en el país. Al mismo tiempo, utilizando datos macrosísmicos, se proponen consideraciones acerca de la Longitud de Ruptura (LR) y tiempo de aparición de réplicas a través de Ventanas Temporales (VT) para los terremotos que ocurran en el archipiélago cubano.

3.2. Atenuación Sísmica utilizando un Modelo de Isosistas Elípticas.

3.2.1. Antecedentes.

La primera aproximación a un modelo de isosistas para la región del Caribe fue propuesta por Alvarez y Bune (1977), a través de la comparación de las intensidades reportadas por varios terremotos fuertes ocurridos en esta región. Estos autores llegaron a la conclusión de que la ecuación de campo macrosísmico que mejor se ajustaba a los datos de esta región, era la obtenida por Fedotov y Shumilina (1971) para Kamchatka.

$$I_i = 1.5 M - 2.63 \log r - 0.0087 r + 2.5 \quad [3.1]$$

donde $r = (D_i^2 + h^2)^{1/2}$ es la distancia hipocentral, h es la profundidad de foco, M la magnitud del terremoto y D_i es la distancia desde el epicentro al punto en que se calcula la intensidad I_i .

Otro intento de establecer características de la atenuación sísmica en nuestra región, teniendo en cuenta la dirección de las estructuras sismogénicas (Alvarez et al, 1981), fue realizado utilizando la expresión del campo macrosísmico del tipo Blake - Shebalin.

$$I_i = b M - s \log r + d \quad [3.2]$$

donde b , s y d son parámetros que se estimaron, tanto de forma paralela a las estructuras

$$[b = 0.8 \pm 0.1 ; s = - 2.4 \pm 0.3 ; d = 8.6 \pm 0.6]$$

como perpendicular a ellas

$$[b = 0.8 \pm 0.1 ; s = - 3.9 \pm 0.3 ; d = 8.6 \pm 0.6]$$

Fueron también realizadas pruebas (Rubio, 1985a) con expresiones generales del tipo:

$$I = I_0 + a - b \log r - c . r \quad [3.3]$$

donde I es la intensidad, I_0 la intensidad en el epicentro, r la distancia hipocentral, a un parámetro de la fuente, b la dispersión geométrica y c el coeficiente de absorción; obteniéndose para la región del archipiélago cubano los valores:

$$[a = 4.69 ; b = 1.07 ; c = 0.0036]$$

y valores diferentes para Jamaica, La Española y el Caribe Noroccidental.

También, para el caso del terremoto del 16 de diciembre de 1982 en la región de Torriente - Jagüey Grande, que presentó un mapa de isosistas bastante irregular (Chuy et al, 1983), se determinaron variaciones azimutales de la atenuación, en específico de los parámetros k y p de la fórmula:

$$I = b M - k \log r - p \cdot r + d \quad [3.4]$$

considerando los parámetros b y d similares a los de la fórmula de Fedotov - Shumilina, los resultados obtenidos para diferentes direcciones fueron:

Dirección NNW : $k = 1.66$, $p = 0.0098$

Dirección SSW : $k = 6.15$, $p = -0.005$

Dirección SE : $k = 8.85$, $p = -0.017$

Dirección NE : $k = 36.30$, $p = -0.31$

Dirección E : $k = 53.00$, $p = -0.35$

Por otra parte, en el transcurso de investigaciones realizadas para la estimación de la peligrosidad sísmica en zonas de baja actividad de la región central de Cuba, fueron establecidas características del campo macrosísmico de los terremotos en diferentes partes de las Antillas Mayores (Alvarez, Rautian y Chuy, 1983). En primer lugar fue determinado el carácter elíptico de las isosistas de la región, aunque su forma varía de una zona a otra, y en segundo lugar, se comparó la atenuación real con la predicha por la fórmula señalada anteriormente, obteniéndose que la atenuación real, no siempre correspondía con ésta respecto a los ejes mayor A y menor B de las elipses.

En otras investigaciones para establecer el carácter de la atenuación de la intensidad sísmica realizadas en el marco de la CEN de Holguín, se utilizó adicionalmente un Modelo propuesto por Mirzoev y Dzhuraev (1985), que considera una atenuación media de las intensidades y

variaciones de la forma de las isosistas en dependencia de la profundidad. Las profundidades y magnitudes de los terremotos se determinaron según las ecuaciones del campo macrosísmico obtenidas por Shebalin (1968). Se utilizaron solamente datos de la región oriental de Cuba, Jamaica y La Española. Los resultados obtenidos de este trabajo (Chuy et al, 1988) mostraron la influencia de estos criterios en zonas de gran espesor de capa sismoactiva, aunque la complejidad de las estructuras geológicas de nuestra región hacen que las isosistas experimentales de rangos vecinos tengan características diferentes en forma y atenuación de la intensidad, limitando la utilización generalizada de este modelo en nuestra región.

3.2.2. Utilización de un Modelo de Isosistas Elípticas.

El análisis regional sobre la forma de las isosistas y la atenuación de las intensidades (Alvarez, Rautian, Chuy, 1983), condujo a Alvarez y a Chuy (1985) a desarrollar un Modelo de Isosistas Elípticas considerando además sus resultados anteriores, que fue introducido en estimados de peligrosidad sísmica desde ese propio año (Alvarez y Bune, 1985 a,b). En este modelo la forma de las isosistas se determinó por la relación entre los semiejes de las elipses A/B (A semieje mayor , B semieje menor).

El establecimiento por estos autores de que la fórmula de campo macrosísmico de Fedotov - Shumilina (1971) puede ser válida en una dirección cualquiera entre el eje mayor y el menor de una elipse, permite considerar diversos comportamientos de la atenuación. En correspondencia con este Modelo, si esta dirección es la del eje mayor, la elipse correspondiente a una isosista cualquiera estará inscrita en la isosista circular correspondiente determinada por la fórmula señalada. Por el contrario, si esta dirección es la del eje menor, la isosista elíptica circunscribirá a la circular. Resulta evidente que la diferencia en áreas entre ambas puede llegar a ser considerable para elipses muy alargadas. Estos casos son los dos extremos; para cualquier otra dirección intermedia la elipse correspondiente es mayor que la del primer caso y menor que la del segundo.

De esta forma el modelo propuesto se define en base a las siguientes características:

- Parámetros de la fórmula Fedotov-Shumilina, que podrían ajustarse para otras regiones sísmicas.
- Relación A/B entre los semiejes de las elipses.
- Dirección de medición del radio efectivo (Dirección de Validez DV).

- Orientación del semieje mayor con relación a las coordenadas geográficas.
- Profundidad y magnitud de los focos.

Con excepción de los parámetros de la fórmula, fijados como hipótesis para nuestra región, los demás se determinan por separado para cada Zona Sismogénica en particular.

Este modelo tiene la ventaja de permitir una amplia variabilidad de combinaciones dependiendo del valor del cociente A/B , la dirección de validez de la ecuación de atenuación y la propia posibilidad de variar los coeficientes de la misma. No obstante, se debe señalar que este modelo tiene la desventaja de considerar que todas las isosistas de un terremoto tienen un mismo valor A/B .

El ajuste del Modelo de Isosistas Elípticas a los diferentes casos experimentales se realizó mediante el programa interactivo para microcomputadoras IBM - compatibles MACRO (Pico y Chuy, 1989), que utiliza como algoritmo de cálculo los del Modelo propuesto. Para estimar el valor de A/B de cada una de las Zonas Sismogénicas, así como la Dirección de Validez DV para la medición del radio efectivo (A , M , B), utilizamos el método de "prueba y error". Los parámetros espacial - energéticos de cada terremoto analizado fueron obtenidos de forma simultánea.

En la Tabla 3.1, sobre la base de los datos macrosísmicos de la distribución de puntos donde se reportó perceptibilidad de 203 terremotos reportados en Cuba, la mayoría de los cuales aparece en el Catálogo establecido en el Capítulo 2 (Anexo 3) por ser terremotos principales, se presenta el resultado de la modelación de los parámetros de atenuación obtenidos por el autor para las Zonas Sismogénicas de Cuba (Figura 3.1) en términos de Intensidad Sísmica y en la Tabla 3.2 la cantidad de casos analizados para cada una de ellas. Estos parámetros corroboran los utilizados para las estimaciones de peligrosidad sísmica en el contexto de las investigaciones de las regiones occidental (Orbera et al, 1990), oriental (Chuy et al, 1992) y central (González et al, 1994), en las que fueron propuestas las estructuras activas objeto de esta valoración.

Es importante señalar que la precisión del valor de la razón A/B de cada Zona Sismogénica en particular, se hizo con la selección de los terremotos más representativos ocurridos en ellas, dada la condición de que los epicentros instrumentales o macrosísmicos estuvieran localizados en o en las inmediaciones de estas estructuras.

Los terremotos seleccionados cumplen también la condición de que presentan una cantidad representativa de puntos con intensidades localizadas de manera confiable, de forma que permitiera la modelación automatizada lo más precisa posible de sus parámetros de atenuación. Se consideraron además, los casos de 19 terremotos que tenían confeccionado su mapa de isosistas en base a una mayor puntualización de sus datos regionales de perceptibilidad en al menos 5 - 9 puntos de intensidad con una distribución geográfica aceptable para la modelación (Ver ejemplos en el Anexo 5); sobre todo en aquellos casos de zonas activas de las que no se tenía estimación precedente y con mayor seguridad para los casos en que tenían modelación de atenuación ya determinada con otros mapas de isosistas. En este último caso se incluyen las modelaciones realizadas a 7 terremotos con reportes en 3 - 4 localidades. Uno de estos sismos aparece en el Anexo 7 y corresponde al de 1974-11-05, para el que la propuesta inicial respondía a la actividad manifestada ese año por la estructura activa asociada.

De esta forma fue factible incrementar el número de casos analizados y modelados, en cada una de las regiones estudiadas anteriormente, de la siguiente manera:

- Occidente (1990, 7 casos; en esta investigación 9 casos)
- Oriente (1992, 86 casos; en esta investigación 164 casos)
- Centro (1994, 19 casos; en esta investigación 30 casos)

en estos números se consideran 50 casos posteriores a 1990 (15 fuera de la Zona de Bartlett - Caimán), fecha en que se cerró la información para el Catálogo que se presenta, por lo que no fueron incluidos en las investigaciones regionales señaladas.

TABLA 3.1: Parámetros de Atenuación de las Zonas Sismogénicas de Cuba en términos de Intensidad Sísmica.

No.	ZONA SISMOGENICA (ZS)	A/B	DV	Az (p)	H (cs)	Mmax
1	Norte Cubana Occidental 1	(1.5)	(A)	40	10	5.3
2	Norte Cubana Occidental 2	(1.5)	(A)	30 (10)	10	5.5
3	Norte Cubana Occidental 3	(1.5)	(A)	25 (3)	10	5.2
4	Hicacos	(1.7)	(A)	30	10	5.5
5	Consolación del Norte	(1.5)	(A)	50 (15)	20	5.5
6	Pinar 1	1.5	A	55 (20)	15	6.2
7	Pinar 2	(1.5)	(A)	35	10	5.0
8	Bejucal Madruga Coliseo	1.7	A	5 (25)	10	5.2
9	Cochinos	1.7	A	70	20	5.5
10	Río Hondo	1.3	A	45	10	5.0
11	Cienfuegos	1.7	A	35	10	5.5
12	Trinidad Fomento	1.4	A	40	10	5.0
13	Cienfuegos Santa Clara	(1.4)	(A)	45	10	5.0
14	Norte Cubana Occidental 4	1.6	A	30 (10)	20	7.0
15	Camaquëy	1.5	A	40	10	5.0
16	Santa Cruz	(1.5)	(A)	25	15	5.1
17	Norte Escambray	1.5	M	45	15	5.5
18	Cubitas 3	1.6	A	45	10	5.5
19	Sur Cubana	1.5	M	35 (10)	15	6.5
20	La Trocha	2.3	M	20	15	6.0
21	Sutura Central 1	2.1	A	25	10	5.8
22	Sutura Central 2	1.6	A	35	10	5.8
23	Oriente 1	1.8	M	0	35	8.0
24	Oriente 1 (subzona)	1.5	M	0	35	8.0
25	Oriente 2	1.3	A	5	30	7.6
26	Oriente 2 (subzona)	2.0	M	5	30	7.6
27	Oriente 3	1.8	M	5	40	7.6
28	Cauto Nipe	1.7	A	20	20	7.0
29	Cauto Norte	1.4	A	10	20	6.5
30	Sabana 1	2.4	M	25	35	7.0
31	Sabana 2	1.5	M	20	35	6.5
32	Sabana 3	(1.2)	A	40	25	6.0
33	Purial	2.1	M	40	15	6.5
34	Guaso	1.5	A	10	10	5.0
35	Palenque	(1.5)	(A)	5	10	5.0
36	Santiago Moa	(1.5)	(A)	50	10	5.0
37	Santiago Bayamo	1.6	A	25	15	5.5
38	Bayamo	1.3	A	65	25	6.5
39	Baconao 1	1.6	A	25	25	7.0
40	Baconao 2	1.2	A	50	15	6.0
41	Baconao 3	(1.2)	(A)	50	15	6.0
42	Cubitas 1	1.8	A	0	20	5.5
43	Cubitas 2	(1.8)	(A)	5	20	5.5
44	Caimán	2.0	M	5	30	7.6

Mmax y H(cs) por Orbera et al, 1990; Chuy et al, 1992 y González et al, 1994.

A/B Razón entre los ejes mayor y menor de la elipse modelada.

DV Dirección de Validez para el cálculo de r.

Az (p) Azimut de la ZS medido desde EW según manecillas del reloj.

H (cs) y Mmax Profundidad (capa sismoactiva) y Magnitud máxima (ZS).

TABLA 3.2: Cantidad de casos analizados por Zonas Sismogénicas de Cuba.

No.	ZONA SISMOGENICA	CLAVE	CANTIDAD
1	Norte Cubana Occidental 1	NOO-1	
2	Norte Cubana Occidental 2	NOO-2	
3	Norte Cubana Occidental 3	NOO-3	
4	Hicacos	HICAC	
5	Consolación del Norte	CONNO	
6	Pinar 1	PIN-1	4
7	Pinar 2	PIN-2	
8	Bejucal Madruga Coliseo	BEMAC	1
9	Cochinos	COCHI	1
10	Río Hondo	RIHON	2
11	Cienfuegos	CIENF	1
12	Trinidad Fomento	TRIFO	3
13	Cienfuegos Santa Clara	CISAC	
14	Norte Cubana Occidental 4	NOO-4	1
15	Camagüey	CAMAG	1
16	Santa Cruz	SANTA	
17	Norte Escambray	NORES	2
18	Cubitas 3	CUB-3	4
19	Sur Cubana	SURCU	1
20	La Trocha	TROCH	3
21	Sutura Central 1	SUC-1	9
22	Sutura Central 2	SUC-2	6
23	Oriente 1	OTE-1	39
24	Oriente 1 (subzona)	OT-1A	44
25	Oriente 2	OTE-2	12
26	Oriente 2 (subzona)	OT-2A	5
27	Oriente 3	OTE-3	6
28	Cauto Nipe	CANIP	12
29	Cauto Norte	CANOR	2
30	Sabana 1	SAB-1	2
31	Sabana 2	SAB-2	1
32	Sabana 3	SAB-3	
33	Purial	PURIA	1
34	Guaso	GUASO	1
35	Palenque	PALEN	
36	Santiago Moa	STGMO	
37	Santiago Bayamo	STGBA	11
38	Bayamo	BAYAM	4
39	Baconao 1	BAC-1	17
40	Baconao 2	BAC-2	1
41	Baconao 3	BAC-3	
42	Cubitas 1	CUB-1	4
43	Cubitas 2	CUB-2	
44	Caimán	CAIMA	2

**Nota: Casos del sistema Bartlett Caimán: 108
TOTAL DE CASOS: 203**

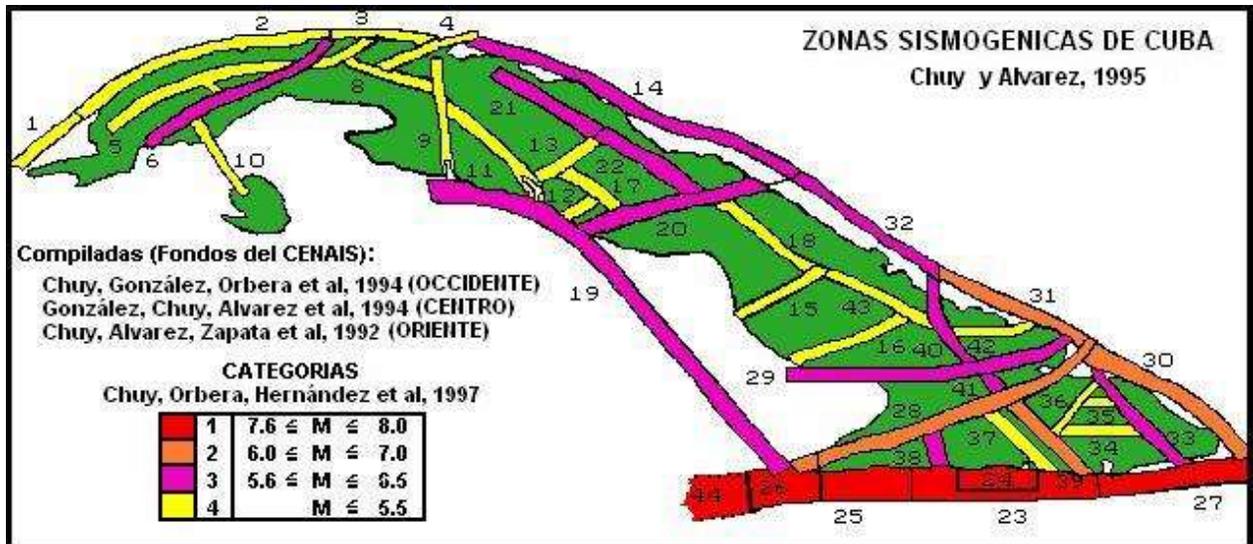


Figura 3.1. Zonas Sismogénicas de Cuba.

3.2.3. Generalización a un Modelo de Isosistas de Geometría Compleja.

Una valoración cualitativa de la forma de las isosistas que se muestran en el Anexo 5, permite establecer sin lugar a dudas que el modelo de Isosistas Elípticas no explica completamente la atenuación de la intensidad sísmica que se presenta vinculada a las distintas Zonas Sismogénicas del país. Más aún, que se impone como futura línea de trabajo establecer las consideraciones apropiadas para la introducción de otras figuras geométricas que posibiliten explicar las diferentes formas que se presentan al enmarcar las intensidades por localidades en ocasión de terremotos perceptibles. Al mismo tiempo, sería conveniente en aras de facilitar el uso de los sistemas de estimación de la peligrosidad sísmica en uso en este momento, proponer modelos que tengan relación con el ya conocido de atenuación elíptica.

Una de las formas geométricas que se presenta en algunos sismos, es el caso de la lemniscata, que se reitera además, en más de una estructura activa como la de Rio Hondo (Anexo 5 : Sismos de 1957 – SEP – 11 y 1981 – JUN - 11), en la que sus dos casos de mapas de isosistas presentan esta característica, por lo que siguiendo las ideas planteadas por el modelo de Isosistas Elípticas, podemos considerar la introducción de un Funcional del tipo

$$r^2 = |z - z_1| |z - z_2| \quad [3.5]$$

donde $z = x + iy$ (variable compleja), z_1 y z_2 son las coordenadas de los focos de la figura que describe el Funcional y r es el radio. La utilización de un Funcional de este tipo, permite

describir dos figuras geométricas que el autor considera adecuadas para solucionar parcialmente los problemas que se presentan en la caracterización de la atenuación en términos de intensidad.

Este Funcional puede transformarse en lemniscata u óvalo, según las siguientes condicionales:

Si $z_1 = a$ y $z_2 = -a$, el Funcional se transforma en

$$(x^2 + y^2)^2 + 2a(y^2 - x^2) + a^4 - r^4 = 0 \quad [3.6]$$

o bien

$$y^2 = -(x^2 + a^2) + \sqrt{4a^2x^2 + r^4 - a^4} \quad [3.7]$$

Si $a < r$, entonces F describe un óvalo en el caso que

$$-\sqrt{r^2 + a^2} \leq x \leq \sqrt{r^2 + a^2} \quad [3.8]$$

con centro ubicado en el origen de coordenadas y cuyos interceptos en el eje X son $\pm \sqrt{r^2 + a^2}$ y en el eje Y $\pm \sqrt{r^2 - a^2}$ y cuya razón de A / B sería descrita por

$$A / B = \sqrt{(r^2 + a^2) / (r^2 - a^2)} \quad [3.9]$$

El Funcional resulta una lemniscata bajo la condición de que $a = r$, cuya ecuación tendría la forma

$$(x^2 + y^2)^2 + 2a^2(y^2 - x^2) = 0 \quad [3.10]$$

o bien

$$y^2 = -(x^2 + a^2) + \sqrt{4a^2x^2 + a^4} \quad [3.11]$$

con interceptos en el eje X en los puntos $\pm a\sqrt{2}$ y centro en el origen de coordenadas. En interés de la descripción de un modelo de atenuación se tomará siempre el ala positiva, lo que equivale a considerar $x > 0$.

Siguiendo la semejanza con el modelo de Isosistas Elípticas, en el cual es factible la rotación, traslación y construcción de familias de curvas con un centro común; no describiremos en este caso el tratamiento del ovoide por su semejanza con el de la elipse y sí el de la lemniscata por ser la figura geométrica más compleja.

Caso de la rotación:

Las ecuaciones que permiten la rotación de una figura en el plano son

$$\begin{aligned}x &= x' \cos \Theta - y' \sin \Theta \\y &= x' \sin \Theta + y' \cos \Theta\end{aligned}$$

donde Θ sería el ángulo de rotación, resultando de ello la siguiente ecuación para la lemniscata

$$(x'^2 + y'^2)^2 + 2a^2 [(y'^2 - x'^2) \cos 2\Theta + 2x'y' \sin 2\Theta] = 0 \quad [3.12]$$

Caso de la traslación:

Las ecuaciones que permiten la traslación de una figura en el plano son

$$\begin{aligned}x &= x' + k_1 \\y &= y' + k_2\end{aligned}$$

donde k_1 y k_2 son números reales y sería fácil de obtener la ecuación de la lemniscata correspondiente.

El tratamiento de la atenuación considerando este nuevo modelo sería semejante al elíptico, por cuanto el epicentro en este caso estaría en el foco común de la familia de lemniscatas y de igual forma, la razón A/B , en este caso sería

$$A/B = 1 / \{ -2 + \{ 5 \}^{1/2} \}^{1/2} = K \quad [3.13]$$

condición que cumpliría la familia de curvas y donde $A = a$ y $B = A/K$.

Sin embargo, en este caso, habría que establecer una traslación de las curvas para que se mantenga el foco común (epicentro) para todas ellas, de forma que $a_0 = r_0$ serían los valores para la primera lemniscata y las demás serían

$$a_m = r_m = r_0 + \sum_{i=1}^m q_i \quad m = 1, 2, \dots, 11 \quad [3.14]$$

donde q_i se elige arbitrariamente bajo la condición

$$q_i > (\sqrt{2}^{\frac{1}{2}} - 1) a_{i-1} \quad [3.15]$$

y la traslación de las lemniscatas de la familia cumplirían que

$$x = x' - \sum_{i=1}^m q_i \quad [3.16]$$

$$y = y'$$

Bajo estas consideraciones, pueden incluirse nuevos algoritmos de cálculo y enriquecer al Modelo de Isosistas Elípticas, como uno de los caminos en los que pudiera precisarse un poco más la atenuación sísmica de nuestra región y por ende los estimados de peligrosidad sísmica.

3.3. Tratamiento de los terremotos perceptibles agrupados.

Autores como Gardner y Knopoff (1974) han estudiado ventanas espacio - temporales de aparición de réplicas de terremotos con diferente orden de magnitud. Más aún, la consideración de que éstas dependen de las características sismotectónicas y de los procesos de generación de eventos vinculados a cada Zona Sismogénica en particular, hacen que no siempre sea factible establecer reglas que expliquen explícitamente este proceso.

En un trabajo posterior, Rubio (1985) trató de relacionar los valores de magnitud con la longitud de ruptura, utilizando incluso datos macrosísmicos de este autor y de los registros instrumentales de réplicas de 11 terremotos en un área de las Antillas Mayores.

En el caso de Cuba, el autor propone la utilización de datos macrosísmicos de terremotos moderados y fuertes, para plantearse una relación entre la magnitud M de los terremotos y su Longitud de Ruptura (LR), condicionada por la aparición temporal de réplicas perceptibles (VT).

Para ello se seleccionaron 15 casos de terremotos (Tabla 3. 3), cuyas réplicas fue posible contabilizarlas utilizando los criterios planteados en el Capítulo 2 respecto a la vinculación de sismos perceptibles de menor intensidad que se reportan a continuación del principal.

TABLA 3.3: Terremotos considerados para la valoración espacio-temporal de las réplicas.

FECHA	LAT. N	LONG. W	Ms	I (MSK)	LAR	VTR	CRP
1852 08 20	(19.77)	(75.35)	(7.3)	9.0	80	98	26
1852 11 26	(19.50)	(76.25)	(7.0)	8.0	70	69	9
1880 01 23	(22.71)	(82.71)	(6.0)	8.0	58	98	44
1914 02 28	(21.22)	(76.17)	(6.2)	7.0	62	15	9
1927 03 25	(20.15)	(75.58)	(5.2)	6.0	41	4	7
1932 02 03	19.80	75.80	6.75	8.0	70	209	123
1939 08 15	22.50	79.25	5.6	7.0	53	129	24
1947 08 07	19.90	75.30	(6.3)	7.0	58	51	45
1974 04 08	21.80	78.01	4.5	6.0	32	130*	10
1976 02 19	19.87	76.87	5.7	8.0	52	69	38
1982 12 16	22.61	81.23	5.0	6.0	41	6	5
1990 05 22	19.94	76.03	4.8	6.0	42	135•	4
1990 09 04	19.86	75.82	4.5	6.0	40	167•	2
1992 05 25	19.62	77.70	7.0	7.0	74	225⊕	20
1992 11 07	19.60	76.34	4.4	4.5	36	49*	3

Total de casos analizados: 15

LAR: Longitud del Area de Ruptura (Km).

VTR: Ventana Temporal de Réplicas Perceptibles (días).

CRP: Cantidad de Réplicas Perceptibles.

* se utilizan las réplicas instrumentales.

• Utilizando una ventana temporal (Gardner y Knopoff, 1974) para las réplicas instrumentales.

⊕ referencia de B. E. González et al (Fondos del CENAIIS-1996) considerando réplicas instrumentales.

() datos macrosísmicos.

La ubicación espacial de las réplicas seleccionadas para cada terremoto en particular, contó con las siguientes hipótesis de partida:

- Todos los sismos principales de los grupos seleccionados tienen mapa de isosistas y por consiguiente son conocidos sus parámetros espacial – energéticos sean macrosísmicos o instrumentales, así como la Zona Sismogénica a la que se puede asociar.
- A todos los sismos considerados réplicas de los principales seleccionados y que tienen su epicentro en el territorio insular, se les asocia su epicentro de igual forma que en el Capítulo 2 (Figura 3.2.C). En los casos de terremotos principales con epicentro en Zonas Sismogénicas localizadas en las acuatorias, a sus réplicas se les localiza el lugar de mayor perceptibilidad y se traslada perpendicularmente hasta el área de la zona activa, lugar donde se cartografía el epicentro (Figura 3.3.C).

Para todos los casos fueron confeccionados histogramas y mapas del tipo de las Figuras 3.2 y 3.3 de los terremotos del 23 de enero de 1880 y 28 de febrero de 1914, de forma que pudiera visualizarse la relación temporal de las réplicas y su cantidad con el principal, la distribución de sismos por intensidades y la ubicación espacial de los epicentros de las réplicas.

En el Anexo 8 se presentan adicionalmente los casos del 15 de agosto de 1939, 26 de noviembre de 1852 y 20 de agosto de 1852, para ilustrar casos típicos de diferentes regiones del país.

La Longitud del Area de Ruptura (LR) fue estimada en todos los casos por el autor, considerando la envolvente de las réplicas de cada terremoto y midiendo en km la dirección principal del agrupamiento de terremotos. Así también, la Ventana Temporal de Réplicas (VTR) señala el periodo de tiempo en días, en los que fue posible establecer réplicas de cada sismo principal. En la propia Tabla 3.3 se presentan para cada caso, los parámetros señalados y la Cantidad de Réplicas Perceptibles CRP consideradas en cada sismo.

En las Figuras 3.4 y 3.5 se presentan los valores experimentales obtenidos por el autor utilizando datos macrosísmicos, para $LR = LR (Ms)$ y de $VTR = VTR (Ms)$ para los casos estudiados; al tiempo que se comparan gráficamente los de LR con los propuestos por Gardner y Knopoff (1974) y Rubio (1985a) en la Figura 3.6.

En el Anexo 8 se presentan adicionalmente los casos del 15 de agosto de 1939, 26 de noviembre de 1852 y 20 de agosto de 1852, para ilustrar casos típicos de diferentes regiones del país.

Figura 3.2: Valoración espacio-temporal del sismo del 23 de enero de 1880.

3.2.A. Distribución temporal de sismos asociados (réplicas).

3.2.B. Distribución de sismos por intensidades (réplicas).

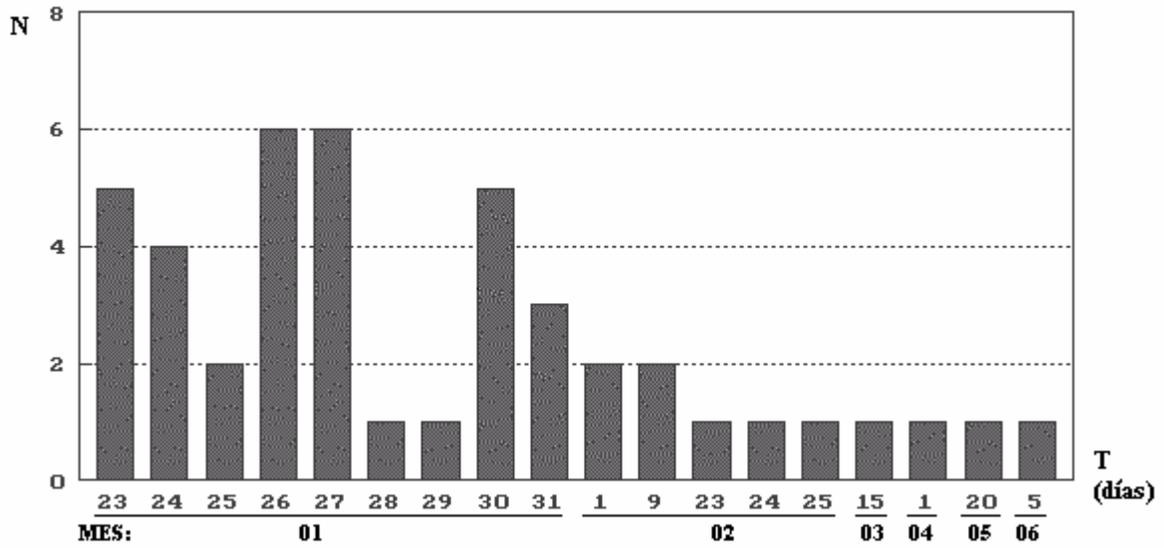
3.2.C. Réplicas perceptibles del terremoto del 23 de enero de 1880. Distribución espacial.

Valor de Intensidad MSK		Cantidad de eventos	Otros
1- I = ?	6- I = 5.0	10- 1	9- Frontera del área de réplicas
2- I = 3.0	7- I = 5.5	11- 2	15-Sismo principal
3- I = 3.5	8- I = 6.0	12- 3	
4- I = 4.0		13- 4	
5- I = 4.5		14- 5	

Nota: en la Leyenda falta el símbolo de I = 6.5.

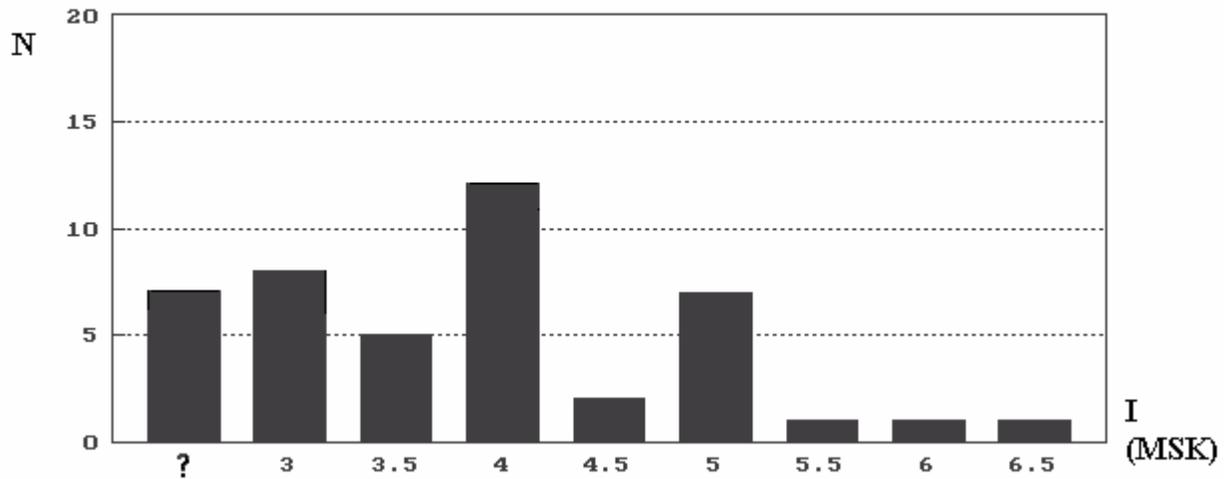
A

CANTIDAD DE REPLICAS REPORTADAS EN EL TIEMPO
SISMO DEL 23 DE ENERO DE 1880

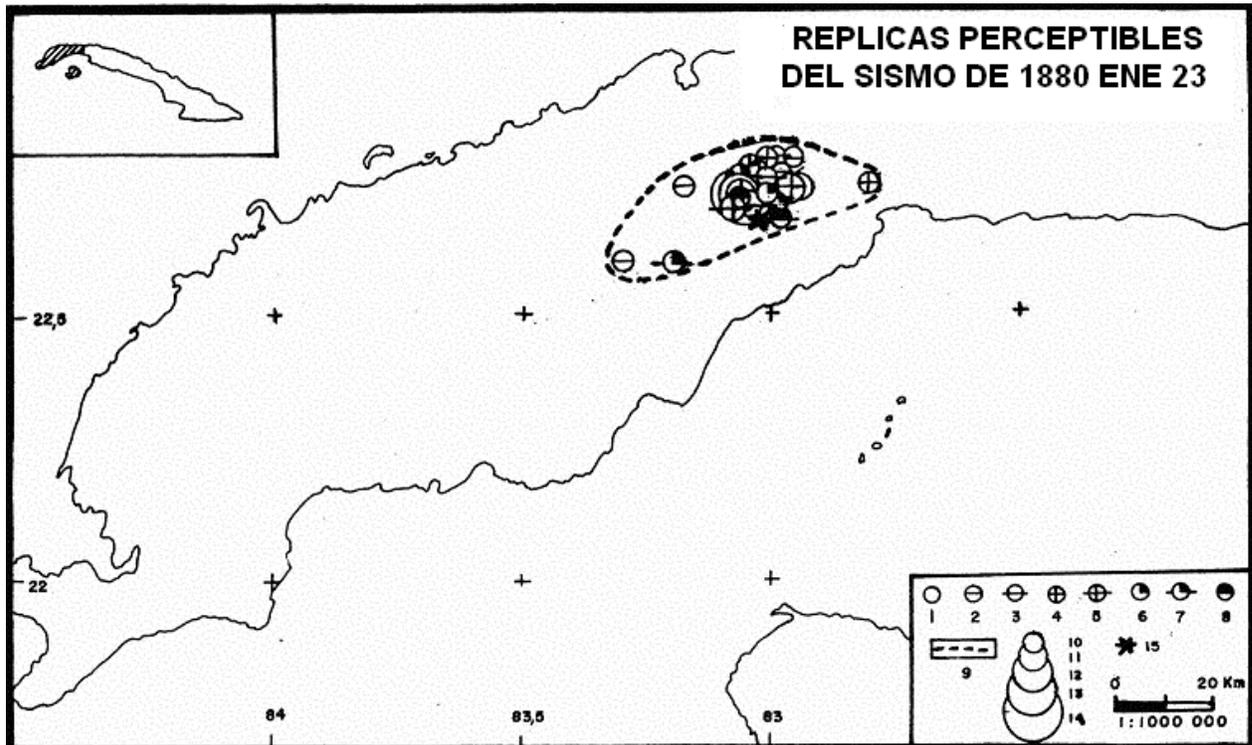


B

CANTIDAD DE REPLICAS REPORTADAS POR INTENSIDADES
SISMO DEL 23 DE ENERO DE 1880



C



La Longitud del Area de Ruptura (LR) fue estimada en todos los casos por el autor, considerando la envolvente de las réplicas de cada terremoto y midiendo en km la dirección principal del agrupamiento de terremotos. Así también, la Ventana Temporal de Réplicas (VT) señala el periodo de tiempo en días, en los que fue posible establecer réplicas de cada sismo principal. En la propia Tabla 3.3 se presentan para cada caso, los parámetros señalados y la Cantidad de Réplicas Perceptibles CRP consideradas en cada sismo.

En las Figuras 3.4 y 3.5 se presentan los valores experimentales obtenidos por el autor utilizando datos macrosísmicos, para $LR = LR (Ms)$ y de $VT = VT (Ms)$ para los casos estudiados; al tiempo que se comparan gráficamente los de LR con los propuestos por Gardner y Knopoff (1974) y Rubio (1985) en la Figura 3.6.

3.4. Discusión de los resultados.

Se evidencia que los resultados obtenidos de la modelación de isosistas realizada corroboran los valores obtenidos anteriormente en las investigaciones regionales de peligrosidad sísmica. Al mismo tiempo muestran, que con excepción de la zona de fallas Bartlett - Caimán (BC),

para las demás estructuras activas no se cuenta con una cantidad suficiente de terremotos (108 en BC de los 203 casos), ni en todos los casos los sismos considerados eran lo suficientemente fuertes como para que tuvieran tres o más isosistas bien diferenciadas, ni contaron con una cantidad suficientemente representativa de puntos con intensidades evaluadas, lo que redundaría en la precisión de los valores obtenidos. En este último elemento se consideró además, que el valor de intensidad de un sismo histórico no siempre incide en la cantidad de localidades con reportes. Para las 13 Zonas Sismogénicas a las que no se les asoció ningún sismo modelado (Tabla 3.2), se mantuvo la extrapolación propuesta por el autor en las investigaciones regionales señaladas anteriormente.

FIGURA 3.3: Valoración espacio-temporal del sismo del 28 de febrero de 1914.

3.3.A. Distribución temporal de sismos asociados (réplicas).

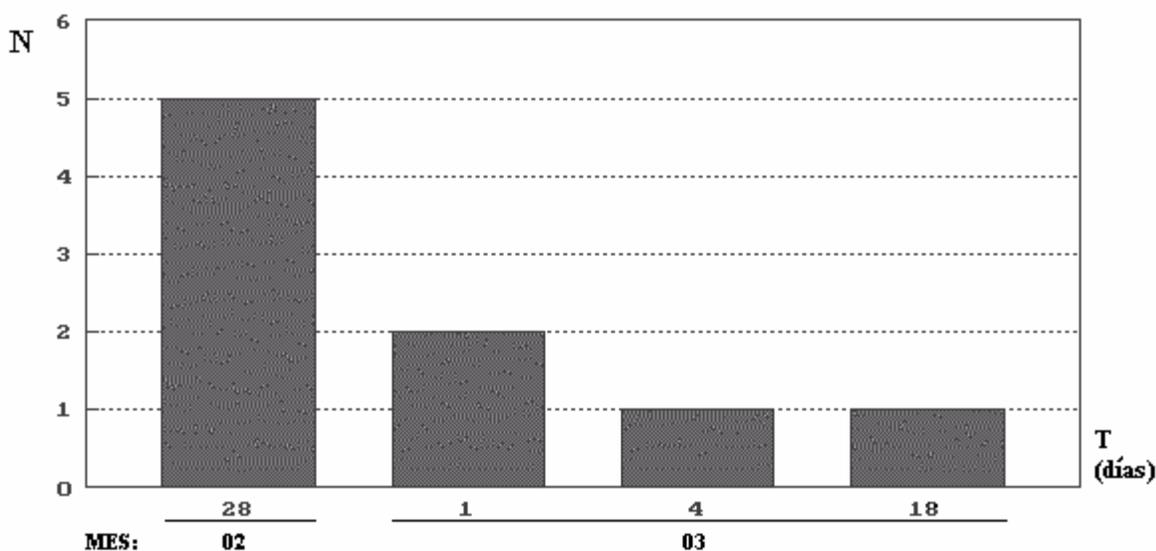
3.3.B. Distribución de sismos por intensidades (réplicas).

3.3.C. Réplicas perceptibles del terremoto del 28 de febrero de 1914. Distribución espacial.

Valor de Intensidad MSK	Cantidad de eventos	Otros
1- I = ?	4- 1	5- Sismo principal
2- I = 3.0		6 - Frontera del área de réplicas
3- I = 4.0		

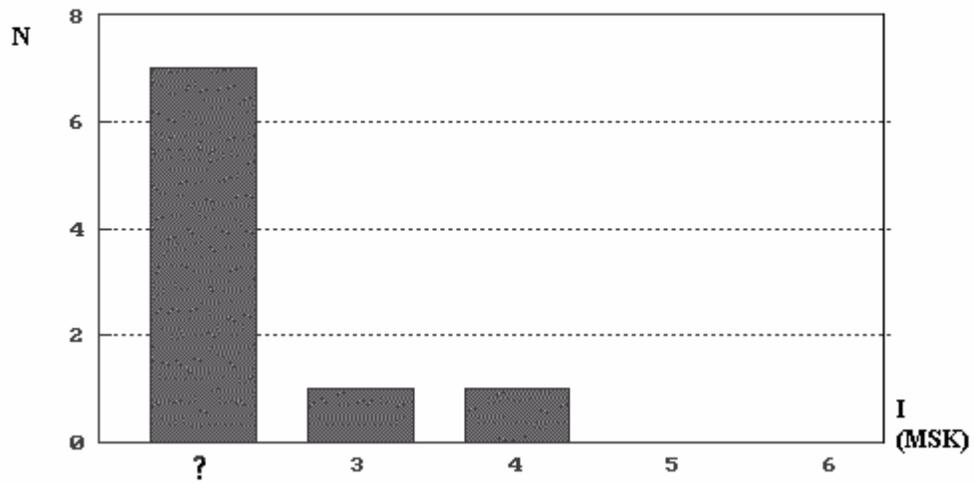
A

**CANTIDAD DE REPLICAS REPORTADAS EN EL TIEMPO
SISMO DEL 28 DE FEBRERO DE 1914**

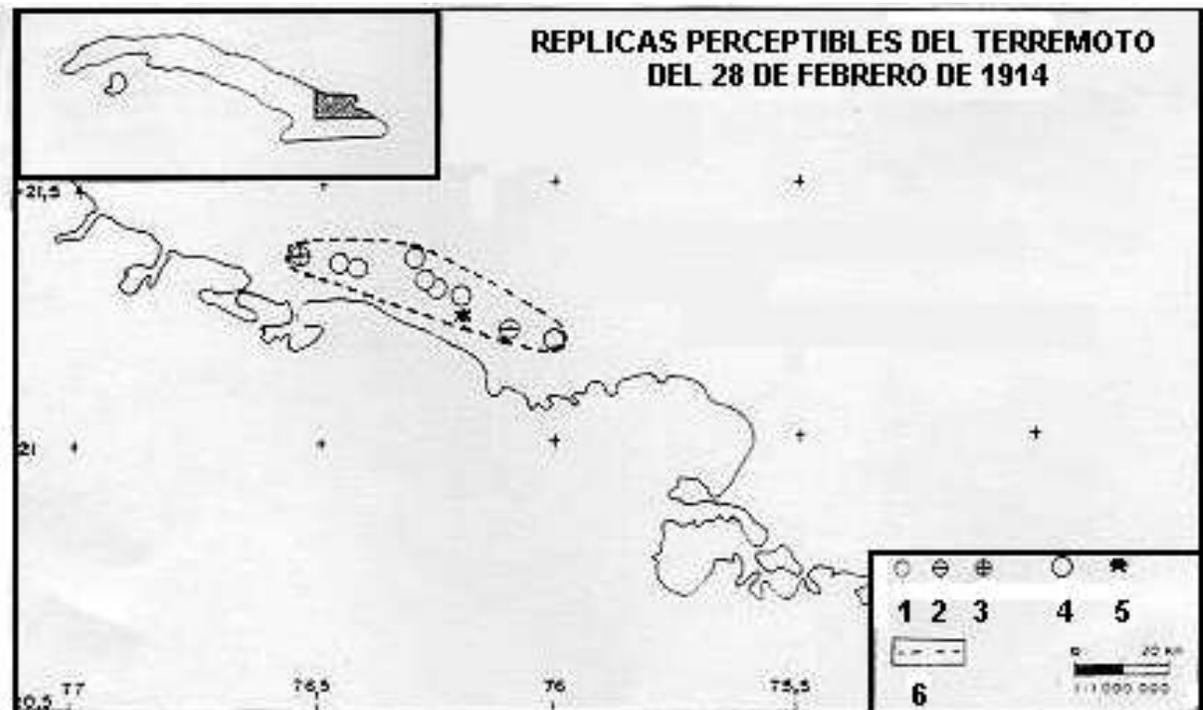


B

CANTIDAD DE REPLICAS REPORTADAS POR INTENSIDADES SISMO DEL 28 DE FEBRERO DE 1914



C



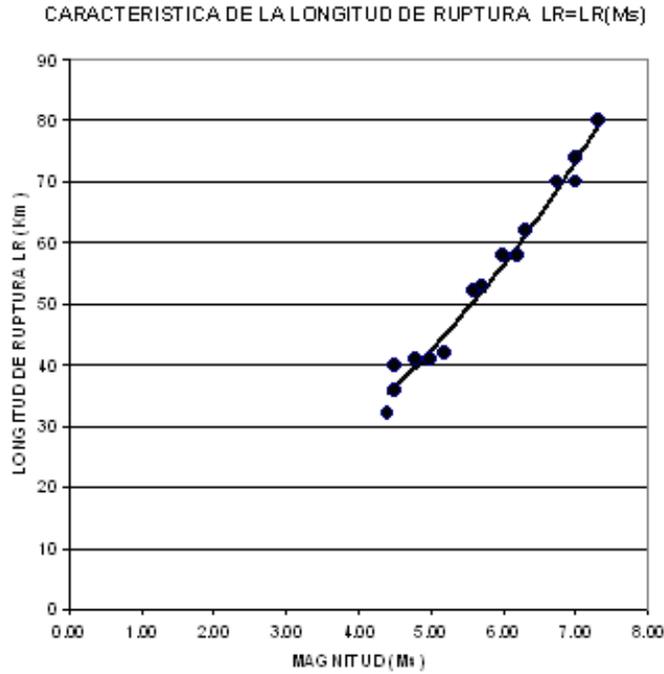


Figura 3.4: Característica de la Longitud de Ruptura $LR = LR (Ms)$ para el archipiélago cubano.

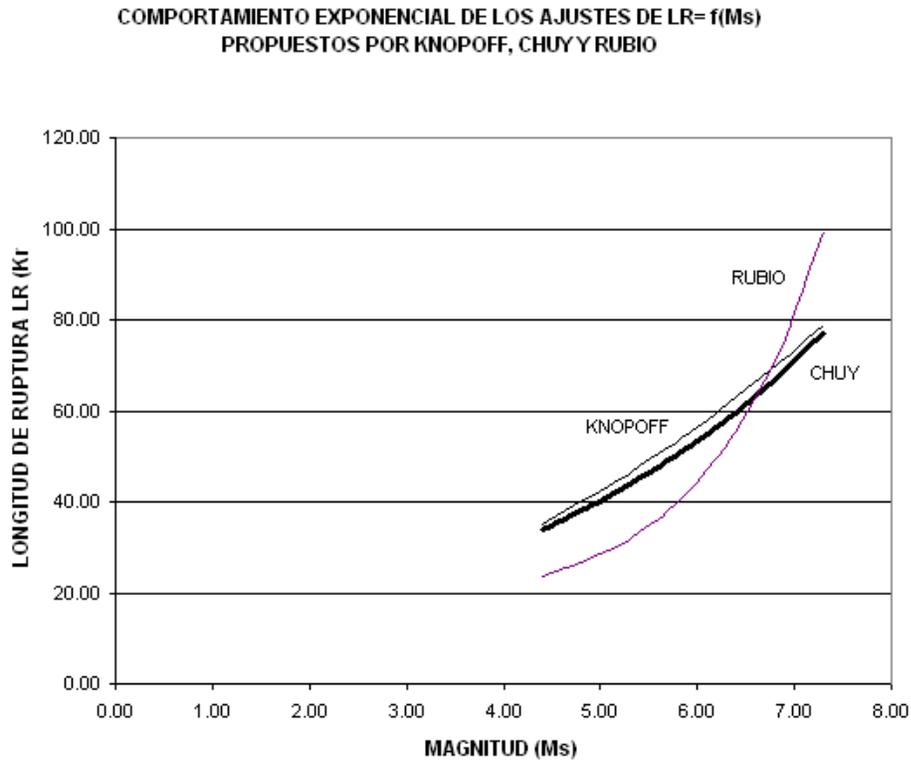


Figura 3.5: Comparación de los resultados obtenidos por Chuy con los propuestos por Gardner y Knopoff (1974) y Rubio (1985), en relación con la Longitud de Ruptura LR para el archipiélago cubano.

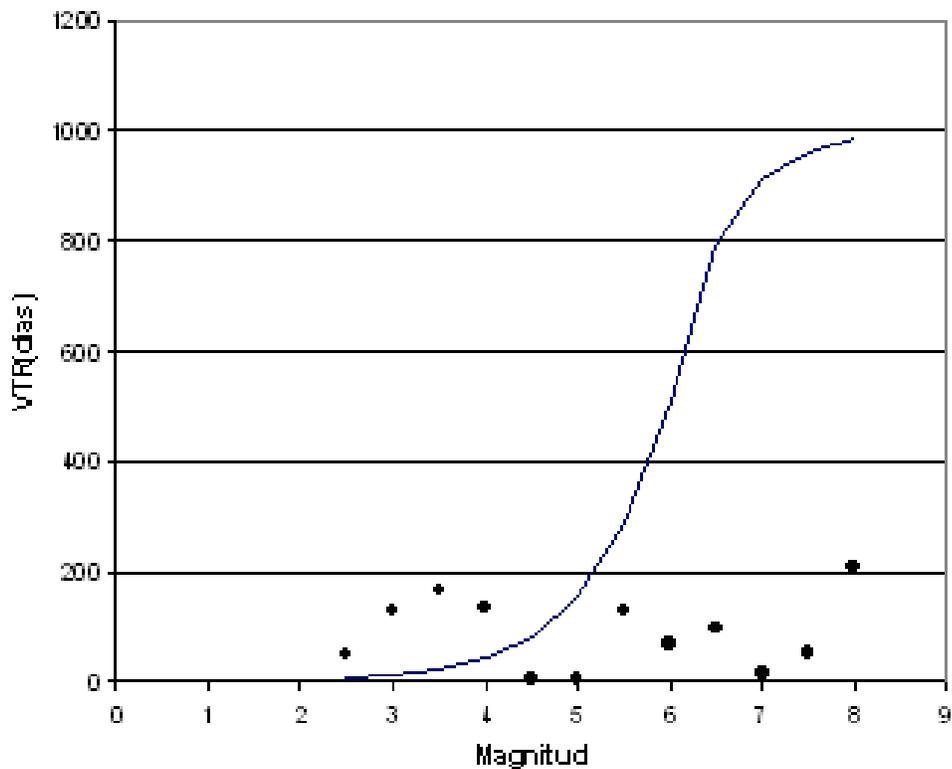


FIGURA 3.6: Característica de la Ventana Temporal de Réplicas $VTR = VTR (Ms)$ obtenida por Gardner y Knopoff (1974) y los correspondientes valores experimentales (puntuales) para sismos en el archipiélago cubano.

No obstante, quisiéramos destacar que los terremotos modelados y ajustados a las Zonas Sismogénicas de referencia, constituyen en sí una Base de Datos en la que es posible establecer otros criterios de interpretación, sobre todo en lo que respecta al Modelo de Isosistas utilizado. En particular, porque a pesar de que se trataron de validar los parámetros de atenuación propuestos anteriormente, se manifestaron en el proceso de obtención de los parámetros algunos aspectos que no podemos pasar por alto:

- No siempre el valor del Azimut se correspondía con la dirección principal de la Zona Sismogénica, sobre todo en los terremotos con epicentro en la estructura Bartlett - Caimán. En el Anexo 6 se puede comprobar con los casos del sector Oriente 1 en los sismos de 1852-08-20, 1852-11-26, 1914-12-25, 1932-02-03, 1984-02-23, 1985-05-01, del Oriente 1A en los de 1766-06-12, 1940-09-23, 1983-12-01, 1987-11-07; todo lo cual pudiera estar influenciado por el propio mecanismo focal de los sismos, por los procesos geodinámicos que originan los terremotos en ellas y su interrelación con otras estructuras cercanas.

- Algunos de los casos analizados pudieron ser explicados variando un poco el valor del cociente A/B previamente propuesto para la estructura activa, lo que hubiera generado variaciones en algunos de los parámetros espacial - energéticos de los terremotos. El autor en aras de mantener la unicidad de las evaluaciones anteriores, ya que no se produjeron diferencias significativas, le dio preferencia a éstas, resultando de ello los valores de la Tabla 3.1.
- Se evidenció que un Modelo de Isosistas Elípticas no puede explicar todos los casos analizados y que otras formas geométricas deben ser consideradas en el futuro; más aún, por la dificultad que tuvo la modelación de muchos terremotos. Solamente revisando los mapas de isosistas que se presentan en el Anexo 5 veremos que los casos del 1932-02-03, 1953-01-01, 1974-04-08, 1982-12-16, 1984-10-27, 1986-12-16, 1987-04-11, 1988-03-27, 1988-03-29 entre otros, inducen por sí mismos esta dificultad. Incluso los casos de 1954-12-15, 1957-09-11, 1981-06-11 y 1988-01-04 presentan mapas de isosistas experimentales con forma de lemniscata y por ser casos que se presentaron en sectores de Zonas Sismogénicas como Río Hondo, La Trocha, Cubitas 1, entre otros ejemplos, pueden ser analizados con la variante lemniscata que se propone el autor implementar en el futuro. Se incluye el sismo de 1988-11-12 que por la distribución de intensidades que presenta no pudo ser modelado.
- ◆ Se corroboró igualmente en los casos analizados que a pesar de los ajustes realizados no todas las isosistas de un terremoto tienen el mismo valor A/B .

No se propusieron modificaciones a los coeficientes de la Fórmula de Fedotov - Shumilina, por no contar en general con una estadística suficiente de localizaciones en cada terremoto.

No se quiere pasar por alto la utilidad adicional del programa MACRO utilizado (Pico y Chuy, 1989) desde el punto de vista de prevención, ya que si son conocidos los parámetros espacial - energéticos de un sismo, es factible predecir en primera aproximación el área de mayor afectación, aspecto que es necesario para la realización de estimados de riesgo sísmico y auxilio en los casos de desastres.

Finalmente, en el caso del archipiélago cubano, la dependencia funcional de la Longitud del Área de Ruptura obtenida a través de un ajuste de los puntos por regresión no lineal (Paquete Estadístico de Programas STATISTICA) es

$$\mathbf{LR = - 28.9 + \exp (3.37 + 0.18 Ms)} \quad \mathbf{[3.17]}$$

la que comparada con los resultados de Gardner y Knopoff (1974)

$$\mathbf{LR = 1.48 + \exp (2.36 + 0.27 Ms)} \quad \mathbf{[3.18]}$$

y por Rubio (1985)

$$\mathbf{LR = 16.3 + \exp (- 1.69 + 0.84 Ms)} \quad \mathbf{[3.19]}$$

avala en cierta medida los criterios utilizados de selección, ubicación y categorización energética de las réplicas, toda vez que la relación [3.17] se aproxima bastante en su trazado (Figura 3.5) a la que se presenta en [3.18], la cual tiene un carácter general, aunque en su origen fue planteada para el caso de California. Considerando que como elemento principal, en la obtenida por el autor, fueron tomados datos macrosísmicos, sería necesario plantearse en el futuro, seguirla ajustando con la inclusión de una mayor cantidad de casos de datos instrumentales en los análisis.

En el caso de la Ventana Temporal de Réplicas no fue posible establecer una relación semejante a la espacial, toda vez que al considerarse sólo las réplicas perceptibles para estas determinaciones, se introduce un error mucho mayor que en el caso anterior. Esto es debido a que las réplicas perceptibles ocurren generalmente en un periodo cercano al del sismo principal y no es factible establecer hasta cuando pudieran estarse produciendo réplicas instrumentales. Como solución transitoria es factible utilizar en primera aproximación la obtenida por Gardner y Knopoff.

CAPITULO 4

ESTIMADOS DE PELIGROSIDAD SISMICA DE CUBA BASADOS EN DATOS MACROSISMICOS

CAPITULO 4

ESTIMADOS DE PELIGROSIDAD SISMICA DE CUBA BASADOS EN DATOS MACROSISMICOS

4.1. Introducción.

El Peligro Sísmico de Cuba presenta una particularidad interesante y que al mismo tiempo hace que su estudio sea, para algunas áreas de carácter complejo. Esta consiste en el hecho de que en el archipiélago cubano se presentan dos formas de génesis de sismos: de Entre Placas y de Interior de Placa.

Esto significa que en nuestro territorio no existe el mismo nivel de potencialidad sísmica en todas sus partes, destacándose en el primer tipo de sismicidad la región Suroriental por la frecuencia con que ocurren en ella terremotos y los valores altos de magnitud e intensidad alcanzados históricamente. Por estas razones, esta región, es considerada la de mayor peligrosidad sísmica del país y se corresponde con la estructura de Bartlett - Caimán; señalándose en ella 22 reportes de terremotos fuertes, de ellos 20 en el sector Chivirico - Baconao de la provincia de Santiago de Cuba y 2 en el sector Pílon - Cabo Cruz.

Es de especial interés significar que de estos sismos fuertes ocurridos en Santiago de Cuba, 2 de ellos produjeron intensidad 9.0 MSK (ver Anexo 5) en áreas de la provincia de este nombre en 1766 (Magnitud Richter $M_s = 7.6$) y 1852 ($M_s = 7.3$), reportándose de ambos considerables daños en toda la región oriental. Así también, que los más recientes que han afectado a la región oriental en su conjunto se reportan en 1932 ($M = 6.75$; $I = 8.0$) y 1947 ($M = 6.75$; $I = 7.0$) para la ciudad de Santiago de Cuba y 1976 ($M = 5.7$; $I = 8.0$) y 1992 ($M = 7.0$; $I = 7.0$) para el Sur de la provincia Granma. De los terremotos fuertes reportados, sólo estos 4 últimos y el de 1939 (Remedios - Caibarien) han sido registrados instrumentalmente.

Sin embargo, la sismicidad de interior de placa también se manifiesta en las Zonas Sismogénicas de baja actividad distribuidas en el territorio nacional. A pesar de presentar una menor frecuencia la ocurrencia de terremotos en ellas, su ubicación cercana a las costas en los casos de que se localicen en las acuatorias o bien en el interior del territorio, así como la poca profundidad de los hipocentros de los sismos que se generan en ellas, hacen que en ocasiones los efectos de sismos de menor magnitud reporten afectaciones significativas.

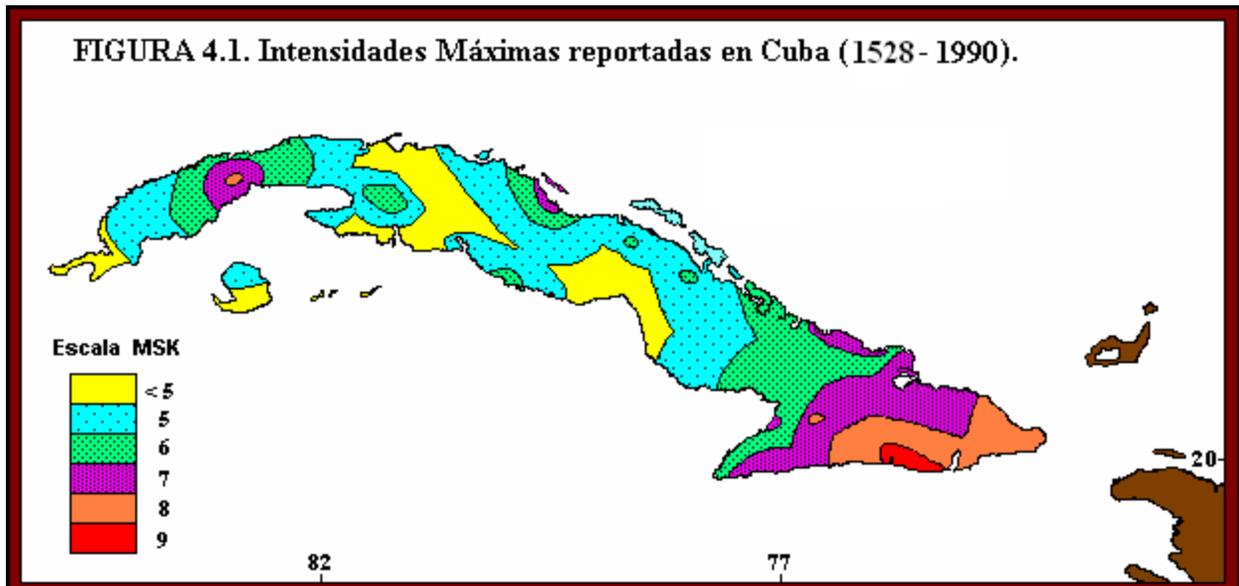
Es así que sismos como el de 1880 ($M = 6.0$) produjo 8.0 grados MSK en la zona de San Cristóbal, afectaciones de $I = 6.0$ en Ciudad de la Habana y se extendió su área de perceptibilidad hasta Cienfuegos; el de 1982 ($M = 5.0$) produjo 6.0 grados MSK en la zona de Torriente - Jaguey Grande, reportándose incluso en puntos aislados afectaciones de 7.0 grados; el de 1939 ($M = 5.6$) produjo $I = 7.0$ grados en la zona de Remedios - Caibarien; el de 1943 ($M = 4.6$) fue el último de los sismos de $I = 6.0$ grados que se han producido en la zona de Trinidad; el de 1953 ($M = 3.9$) produjo 6.0 grados MSK en Morón; el de 1974 ($M = 4.0$) produjo 6.0 grados en Esmeralda; el de 1914 ($M = 6.2$) produjo 7.0 grados en Gibara y su área de perceptibilidad se extendió hasta Sagua la Grande - Corralillo, zona ésta en la que en la década de los 80 - 90 se han reportado epicentros de sismos que han producido intensidades de 5.0 grados MSK en varias ocasiones.

Otros terremotos significativos lo son el de 1551 ($M = 5.8$) que produjo 8.0 grados en la ciudad de Bayamo y el de 1992 ($M = 4.5$) que produjo 6.0 grados en Moa, en la misma Zona Sismogénica en la que se produjo el sismo de 1528 del que se señalan intensidades de 6.0 grados en Baracoa. Sismos recientes que deben ser objeto de conocimiento, son los de 5.0 grados de 1957 y 1981 en la zona de Pinar del Río - Alonso de Rojas; el de 1995 con $I = 5.0$ en Ganuza (Ciudad Habana), cuyo trabajo de campo fue realizado por González et al (1995) ; el de 1970 de $I = 4.0$ en Sancti Spíritus; el de 1953 con $I = 5.5$ en Velazco; entre otros como los de 1978 de Nueva Gerona y de 1973 en Nuevitas, por citar los más recientes.

Todo esto incide, prácticamente, en que no pueda considerarse sin reportes de perceptibilidad de terremotos ninguna zona del territorio nacional, lo que se refleja en el Mapa de Intensidades Máximas Reportadas en Cuba (Figura 4.1). En este Mapa se conjugan las áreas pleistósicas conocidas de los terremotos que tienen mapa de isosistas confeccionado (Epígrafe 2.4, Anexo 5) y los datos de los epicentros más significativos por regiones, para dar el valor máximo reportado de intensidad en todo el territorio nacional y precisar con ello el nivel de amenaza ya conocido. Se consideró que el período que abarca va desde 1528 hasta 1990, debido a que aunque se toman algunos desde 1502 no tenían ciertamente una gran incidencia, ni confeccionadas sus isosistas y su cierre, por supuesto, es la fecha del Catálogo.

Consecuentemente, el nivel de Peligro Sísmico está condicionado, entre otros factores, por la actividad manifestada por las estructuras activas que se distribuyen en el archipiélago cubano. Por estas razones, estimar este elemento de riesgo se constituye en una prioridad que se evidencia a través de la historia sísmica de Cuba y la utilización de datos macrosísmicos para

este fin es nuestro objetivo en este capítulo, de forma que estos resultados puedan ser utilizados para proyectar, planificar y preservar nuestro patrimonio socioeconómico.



4.2. Aspectos metodológicos de los estimados de Peligrosidad Sísmica en Cuba.

Para la definición de los estimados de Peligrosidad Sísmica se tomaron en cuenta tres aspectos fundamentales: el modelo estadístico de la ocurrencia de terremotos y sus efectos, la definición de las Zonas Sismogénicas ZS con sus correspondientes parámetros del Régimen Sísmico y la Ley de Atenuación del parámetro a utilizar, para cuantificar los efectos de los terremotos con sus características regionales.

Con respecto al modelo estadístico, se utilizó como base el concepto de Sacudibilidad Sísmica, que fue introducido por Riznichenko (1965) en la práctica sismológica, como la frecuencia promedio BI de ocurrencia de sacudidas sísmicas en un punto dado de intensidades mayores e iguales que I, la cual se calcula por la fórmula

$$BI = \int_V N \sum (MI) * dx dy dz \quad [4.1]$$

donde MI es la magnitud mínima de un terremoto capaz de producir sacudidas en un punto dado (x,y,z) con intensidad mayor o igual que I en el punto sometido a cálculo, NE (I) es la

frecuencia acumulativa de los terremotos y V es la región del espacio donde están situadas todas las Zonas Sismogénicas que influyen sobre cada punto del territorio investigado. El periodo de recurrencia TI de las sacudidas con intensidad mayor o igual a I se calcula mediante la relación

$$TI = \frac{1}{BI} \quad [4.2]$$

Sin embargo, la consideración de que el periodo de recurrencia de las sacudidas TI es la Esperanza Matemática de la distribución de los intervalos temporales entre eventos sucesivos de intensidad mayor o igual que I (Riznichenko, 1979), permite, a partir de la Sacudibilidad, calcular la probabilidad de que en un tiempo de espera t (tiempo de vida útil) no ocurra ni una sacudida con intensidad mayor o igual que I .

Debemos señalar que un aspecto importante en la realización de estimados probabilísticos, es el modelo estadístico del proceso de generación de los terremotos. El modelo más simple de flujo de sucesos es el Poissoniano, que es el más frecuentemente utilizado en Sismología. En correspondencia con este modelo, la probabilidad de que ocurra un evento con intensidad mayor o igual que I en el tiempo t será:

$$P(I,t) = 1 - \exp(-t/TI) \quad [4.3]$$

De esta forma la estimación de la Peligrosidad Sísmica se orienta a la obtención de valores medios de $TI = T(I)$ o su inverso $I(T)$ y de estimados probabilísticos $P(I,t)$.

La evaluación de la integral BI se realiza mediante su transformación en sumatoria :

$$BI = \sum_i \sum_j \sum_k N \sum (MI)_{ijk} * F_{ijk} \quad [4.4]$$

donde los índices (i,j) corresponden a las coordenadas horizontales y el (k) a la coordenada vertical; mientras que el término F_{ijk} representa al factor de normalización espacial de los gráficos de magnitud - frecuencia. Considerando en las coordenadas (x,y) un intervalo de espaciamiento $(\Delta x, \Delta y)$ y que en la vertical se han tomado las profundidades de la ZS como parámetros fijos, bajo la condición de que no sean intersectantes. En los factores F_{ijk} se consideran los niveles de cubrimiento de cada ZS en las cuadrículas $(\Delta x, \Delta y)$, obtenidas del

cociente del grado de cubrimiento de una cuadrícula entre el número equivalente de cuadrículas cubierto por ella.

El valor de $N_{\Sigma}(MI)$ corresponde a las frecuencias acumulativas de los terremotos con magnitud mayor o igual que MI y se calcula por la fórmula obtenida por Alvarez y Bune (1985)

$$N_{\Sigma}(MI) = 10^{a-bMI} \frac{10^{b \Delta MI / 2}}{b \ln(10)} [1 - 10^{-b(M_{max} - MI + \Delta M_{max})}] \quad [4.5]$$

donde a y b son parámetros que se determinan experimentalmente y que para obtenerlos en nuestra región utilizamos el Programa MAGFRE (Alvarez, J. L.; Inédito, Fondos del CENAIIS).

En relación con los gráficos de magnitud - frecuencia, se delinearán zonas extendidas de fronteras poligonales alrededor de cada Zona Sismogénica. De esta forma, el número de eventos libres se reduce a un mínimo y se delimitan las características de la sismicidad de fondo.

Debemos señalar que en los últimos tiempos se ha planteado la existencia de otros procesos de generación de terremotos, cuyas características energético - temporales difieren de las concepciones clásicas. En específico, para este trabajo para algunas Zonas Sismogénicas se consideró la validez del modelo del Terremoto Característico (Schwartz y Coppersmith, 1984), que considera que cada falla o Zona Sismogénica es capaz de generar un terremoto fuerte con magnitud M_c determinada por sus características propias y con una frecuencia independiente de la que le correspondería por el gráfico de magnitud - frecuencia, mientras que los sismos más débiles que se originan en ella, si obedecen a tales gráficos.

De esta forma, la ley de magnitud - frecuencia resultante, se obtiene añadiendo un término que considere precisamente la ocurrencia de un terremoto con magnitud M_c en el intervalo ($M_c - \Delta M_c / 2$, $M_c + \Delta M_c / 2$), con una densidad de ocurrencia $n(M_c)$ y donde se cumpla que $M_{max} + \Delta M_{max} < M_c - \Delta M_c / 2$, donde M_{max} sería la magnitud máxima asociada a cada Zona Sismogénica.

Por otra parte, el valor de MI estaría condicionado por la relación determinada por Fedotov y Shumilina (1971) para Kamchatka

$$I = 1.5 M - 2.63 \log r - 0.0087 r + 2.5 \quad [4.6]$$

donde r es la distancia hipocentral, I el valor de intensidad producido por un sismo de magnitud M a una distancia Λ_e del epicentro. Este valor Λ_e es llamado radio efectivo de una isosista elíptica que pasa por el punto. Dicha isosista es obtenida en base al modelo propuesto por Alvarez y Chuy (1985) para las Antillas Mayores y que utiliza como elementos de cálculo la razón de los ejes mayor y menor de la elipse A/B y la dirección preferencial de atenuación DP en la que se cumple la ecuación de Fedotov - Shumilina (ver Epígrafe 3.2).

En el caso general de los parámetros del movimiento del terreno, no existen estudios de variaciones de la atenuación y el campo de los mismos se representa por isolíneas circulares. Existe una tendencia bastante generalizada a describir estos campos por fórmulas del tipo de Kamchatka, donde en lugar de I se tiene el logaritmo de un parámetro X . En la versión más reciente del programa SACUDIDA (Alvarez, 1995), con la que se realizaron los cálculos de Peligrosidad Sísmica de este trabajo, están incluidas varias de estas variantes, aunque la utilizada para estimar la componente horizontal de la aceleración A_h fue la propuesta por Trifunac y Brady (1985).

$$\log A_h = 0.30 I + 0.014 \quad [4.7]$$

donde A_h se da en cm/seg^2 . La conversión se realiza reduciendo a este parámetro la intensidad I , lo cual permite el tratamiento de la aceleración con el Modelo de Isosistas de la región.

Adicionalmente, en el análisis de representatividad de los datos para el cálculo de los parámetros del gráfico de magnitud - frecuencia de las diferentes Zonas Sismogénicas, se utilizó tanto la unión de varias zonas, como la reforma de los intervalos de agrupamiento en magnitud. Para la unión de las zonas, se tomó como requisito indispensable que tuvieran el mismo valor de M_{\max} , además de condiciones sismotectónicas parecidas. El parámetro a fue obtenido en estos casos mediante la relación

$$a^{\text{zona}} = a^{\text{grupo}} - \log (N_{\Sigma}^{\text{zona}} / N_{\Sigma}^{\text{grupo}}) \quad [4.8]$$

donde N_{Σ} corresponde al valor de la frecuencia acumulativa de terremotos para el intervalo mínimo de magnitud representativa o en caso de que la información no sea suficiente,

sustituyendo el término $N\Sigma$ por un coeficiente P relacionado con el Nivel Manifestado de Sismicidad Perceptible (NMSP), que el autor propone para este caso dependiendo de un código de pesos en función de la cantidad y fuerza de los sismos reportados

$$a^i = a^{zona} + \log \frac{P_i(NMSP)}{\Sigma P_i(NMSP)} \quad [4.9]$$

El principio de estimación del Peligro Sísmico según los requerimientos del Programa SACUDIDA (Alvarez, 1995), consiste en tomar las cuadrículas elementales en que se dividió la región y el conjunto de mapas de Zonas Sismogeneradoras no intersectantes; de ahí leer los datos de entrada para ambos calculando el valor para cada centro geométrico de cuadrícula y seleccionando el valor de mayor efecto en cada caso. Este proceso se repite para toda el área seleccionada.

4.3. Zonas Sismogénicas.

Las investigaciones geólogo - tectónicas y sismotectónicas realizadas hasta la fecha, no son lo suficientemente concluyentes como para establecer un modelo definitivo de Zonas Sismogénicas de Cuba o considerando un criterio más abarcador, un mapa en el que se señalen áreas con características propias y un nivel de actividad sísmica específica, lo cual se refleja en la imprecisión acerca del carácter de la actividad de la fallas descritas en nuestro territorio. Por esta razón se propone como Esquema de Zonas (base para cálculos) para este trabajo, el resultado de integrar los correspondientes a las investigaciones regionales más recientes en las que el autor participó específicamente en la valoración del régimen sísmico y en los estimados de Peligrosidad Sísmica.

Es así que para el caso de Occidente, la base de Zonas Sismogénicas se corresponde con la Investigación realizada por Orbera, González, Chuy et al en 1990; para la región Oriental las terminadas por Chuy, Alvarez, Zapata et al en 1992, y para la parte Central, las definidas por González, Chuy, Alvarez et al en 1994. Las Categorías de cada una de estas estructuras se dan en correspondencia con las definiciones planteadas por la Comisión Ad-Hoc para la determinación de las Zonas Sismogénicas de la región Oriental de Cuba y Zonas Aledañas en 1991 (Comisión, 1997) y que para cada uno de los trabajos consignados, fueron particularmente evaluadas.

Los valores de magnitud máxima M_{max} y de profundidad de la Capa Sismoactiva h , utilizados en las estimaciones de este trabajo responden a las Investigaciones señaladas. Queremos destacar que en este sentido, hay muchas metodologías que permiten llegar a estos valores, en particular la propuesta para la M_{max} de la Comisión (1991) depende la actividad sísmológica, neotectónica y características sismotectónicas.

La distribución utilizada de Zonas Sismogénicas de Cuba y sus principales parámetros se presentan en la Figura 3.1 y Tabla 3.1.

4.4. Otras consideraciones para la realización de los estimados de Peligrosidad Sísmica de Cuba.

Si se examina la distribución espacial de terremotos perceptibles y de los registrados instrumentalmente por la estaciones sísmológicas, no se observan agrupamientos preferenciales de éstos sobre una estructura concreta, sino que los sismos se distribuyen en toda la extensión de las estructuras tectónicas de mayor actividad en la etapa neotectónica. Desde este punto de vista es también necesario hacer otros señalamientos.

En segundo lugar, no se observan tampoco como regla, agrupamientos de epicentros en áreas de nudos tectónicos, con excepción de algunos casos que pueden significarse particularmente, tales como los de Pinar 2 - Norte Cubana Occidental 2 y los de Norte Cubana Occidental 2 – Hicacos - Cochinos, a los que el autor relaciona la ocurrencia de algunos sismos perceptibles moderados y débiles (sismos de Ciudad Habana y Matanzas, ver Anexo 3). Es de significar que en la gran mayoría de las Zonas Sismogénicas consideradas, los epicentros macrosísmicos no se localizan en sus extremos geográficos, aún teniendo en cuenta el margen de error que se introduce por ser epicentros determinados por datos macrosísmicos, por lo que para los estimados realizados se siguió el criterio de asumirlos con su ubicación macrosísmica.

Con relación a las características del proceso de ocurrencia de los terremotos en el tiempo, puede decirse que en el territorio del archipiélago cubano, se observan períodos de actividad y períodos de prolongada calma sísmica, lo cual puede estar relacionado con falta de información macrosísmica, ya sea debido a la poca importancia prestada a los sismos en particular o por no estar muy pobladas las regiones donde estos terremotos se reportaron.

Las regiones Occidental y Central de Cuba, por pertenecer a zonas de baja actividad sísmica, poseen una baja frecuencia de ocurrencia de terremotos. Los epicentros de los eventos

perceptibles ocurridos en ellas, en su casi totalidad han sido determinados a través de la evaluación de los datos macrosísmicos.

No obstante, con respecto a la información instrumental de los sismos registrados en estas regiones, debemos indicar que desde 1964 se encuentra en operación la estación sismológica de Soroa, pero sólo contaba con equipos de períodos medios. El registro permanente de eventos sísmicos con equipos de corto período, instalado en este Centro se limita al período 1982 a la fecha. Sin embargo, por ser de baja energía los sismos registrados y sólo por una estación, las localizaciones epicentrales no pueden considerarse confiables.

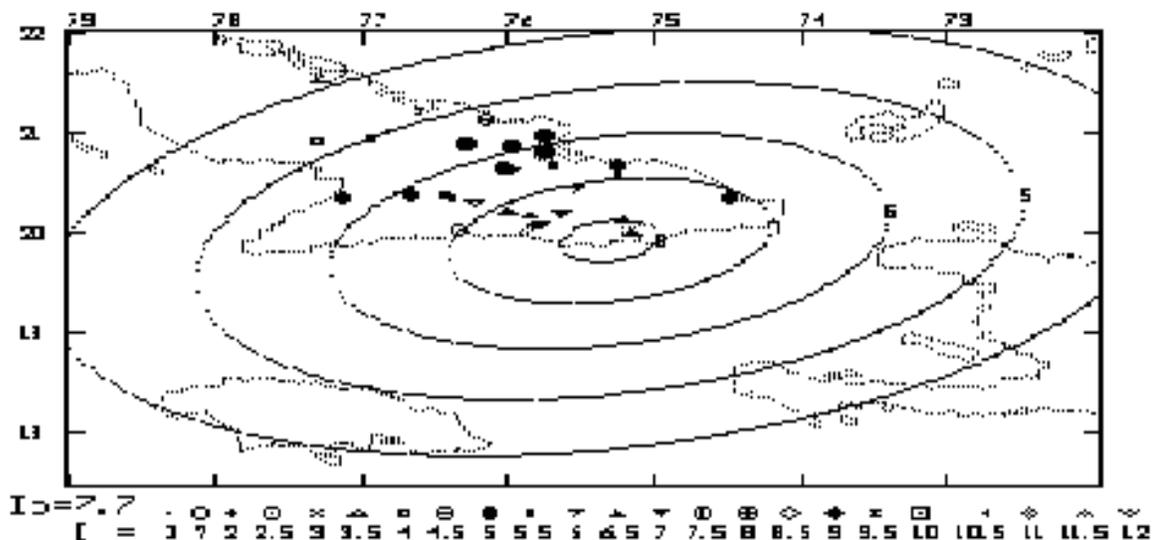
Como datos para este análisis fueron utilizados el Catálogo de las Agencias Internacionales (Red Internacional, 1904 - 1987) en el sector de Cuba, el Catálogo (parte oriental fundamentalmente) de la Red de Estaciones del Servicio Sismológico Nacional SSN (1979 - 1989) y el Catálogo, preparado y presentado por el autor en el Anexo 3, de Terremotos Perceptibles de Cuba (1528 - 1990); todos radicados en el Fondo del Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas. En estos Catálogos se transformó el valor del parámetro energético a un parámetro más estable (magnitud Ms). Se debe señalar en el caso del último Catálogo, que fue utilizado por regiones en correspondencia con el nivel de completamiento con que se fue obteniendo.

En el caso del terremoto de 7.0 grados de 1947, se consideró la magnitud macrosísmica de 6.3 y el epicentro macrosísmico (ver Anexo 3), porque los valores instrumentales de las Agencias Internacionales darían un resultado deformado de la realidad al obtenerse la posibilidad de 8.0 grados MSK en la provincia Guantánamo (ver Figura 4.2), lo cual no ocurrió. Algo semejante se explicó con relación al sismo de 1914 reportado con intensidad sísmica 7.0 en Gibara (ver Epígrafe 2.5).

Dada la poca cantidad de eventos significativos señalados por las Agencias Internacionales, el periodo breve de registro considerado para la Red del SSN en su mayoría de sismos de baja energía, el peso fundamental de los terremotos considerados se sustenta en el Catálogo de Terremotos Perceptibles, por lo que dada la forma de su confección (ver Epígrafe 2.2) es factible asumirlo limpio de réplicas.

Con respecto al carácter Poissoniano del Catálogo de Terremotos Perceptibles de Cuba, se hicieron pruebas para diferentes intervalos de tiempo y varios rangos de intensidad sísmica, considerando el carácter de la sismicidad reportada. Esto es, se agruparon todos los sismos por

debajo de la latitud Norte de 20.0 como pertenecientes a la Zona Sismogénica de Bartlett - Caimán (Sismicidad de Entre Placas) y todos los demás en zonas de Sismicidad de Interior de Placa.



Escala: 1:4 000 000

Fecha del sismo: 7 de agosto de 1947

Hora del sismo: 00:04 UT

Epicentro – Longitud 75.30

Latitud Norte: 19.90

Azimut: -10

Razón entre ejes de la elipse (A/B): 1.8

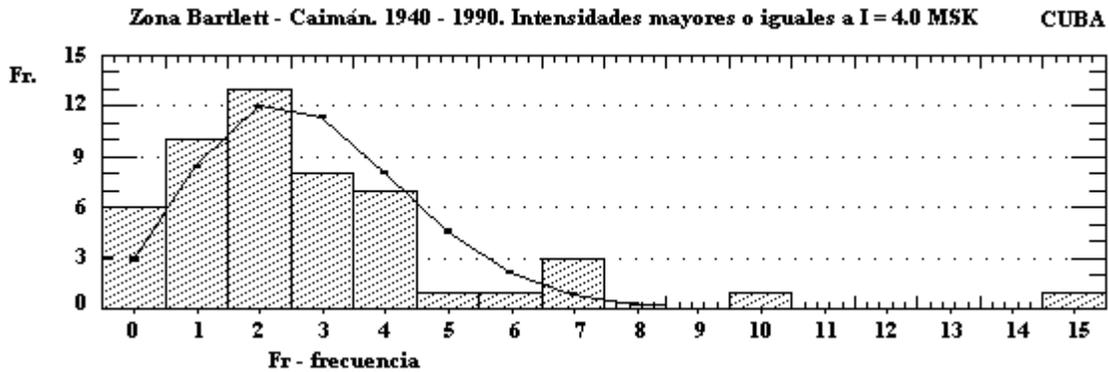
Magnitud: 6.75

Profundidad: 50

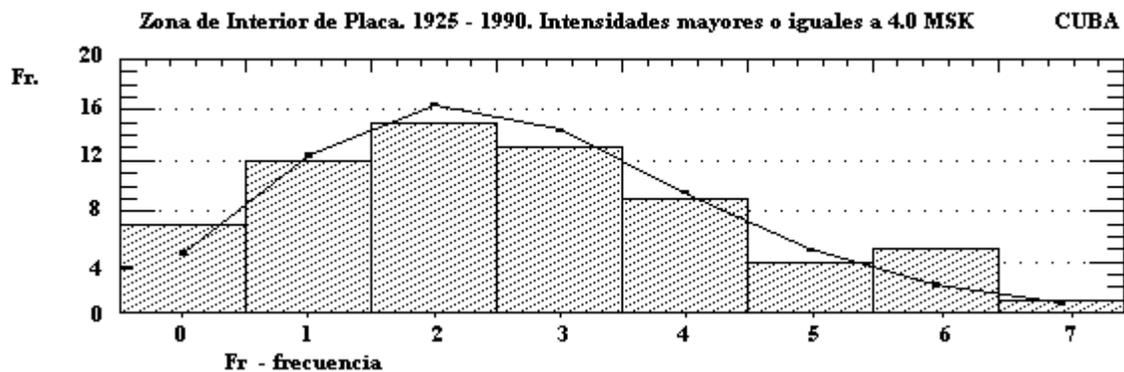
Dirección de Atenuación: Radio Medio

Figura 4.2. Corrida del Programa MACRO para el terremoto de 1947 utilizando sus propios parámetros.

Como resultado de este análisis se obtuvo que para intervalos de un año e intensidades sísmicas de 4.0 MSK y superiores (Ms del orden de 3.1 - 3.3), puede asumirse que el Catálogo de Terremotos Perceptibles cumple con la hipótesis de ser un conjunto de eventos generado por un proceso Poissoniano (ver Figura 4.3), lo que facilitó la estimación de los parámetros de Peligrosidad Sísmica de Cuba considerando como elemento fundamental a los sismos perceptibles.



Zona Bartlett – Caimán
Chi-Cuadrado = 4.76049
5 grados de libertad
Nivel de significación = 0.446
(1940 – 1990)



Zona interior de placa.
Chi-Cuadrado = 1.87644
5 grados de libertad
Nivel de significación = 0.86
(1925 – 1990)

Figura 4.3. Carácter Poissoniano del surgimiento de terremotos por datos macrosísmicos de Cuba.

Para obtener los valores de los parámetros a y b de los gráficos magnitud - frecuencia, se hace necesario disponer de una estadística adecuada de terremotos, lo que equivale a considerar que los sismos tienen su magnitud determinada y se encuentran dentro de los períodos en que el Catálogo es representativo. En el caso de las regiones Occidental y Central, determinar el valor de los parámetros a y b , implica utilizar las consideraciones planteadas referentes al Nivel Manifestado de Sismicidad Perceptible. Esto se hace más necesario debido a que tener en cuenta, los sismos representativos solamente, la cantidad valorada inicialmente disminuyó y se imponía la obtención de soluciones a través de hipótesis que al mismo tiempo reflejaran la sismicidad real de cada región. En el caso de la región Oriental debió considerarse la validez

del modelo del Terremoto Característico como forma de explicar las manifestaciones de la sismicidad en ellas.

De esta forma en las Tablas 4.1 y 4.2, se presenta el análisis de los periodos de representatividad por intervalos de magnitud de las regiones Occidental y Central en el primer caso y de la región Oriental en el segundo. Es evidente que los sismos de baja energía (magnitudes bajas) como los que se reflejan en el Catálogo de la Red del SSN tienen periodos muy cortos de representatividad.

TABLA 4.1: Períodos de Representatividad por intervalos de magnitud Ms obtenidas a partir de los datos macrosísmicos.

A. REGION OCCIDENTAL.

Tomado de caracterización de la Sismicidad del área de construcción del Centro de Investigaciones Nucleares de L. Orbera, B. E. González, T. J. Chuy et al (1990).

PERIODO DE TIEMPO	MAGNITUD					
	2.75	3.25	3.75	4.25	5.0	6.0
1690-1840	3	3	1	-	-	-
1841-1900	18	5	5	4	-	1
1901-1970	17	21	11	3	1	-
1971-1989	17	7	3	-	1	-
N (Ms)	17	28	19	7	2	1
T (años)	19	89	149	149	149	300
Δ Ms	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1

B. REGION CENTRAL.

Tomado de Estudio Sismológico Regional Complejo de Cuba centro-oriental para el emplazamiento de Objetivos Nucleares de B. E. González, T. J. Chuy, J. L. Alvarez, M. F. Rubio et al (1994).

PERIODO DE TIEMPO	MAGNITUD					
	2.75	3.25	3.75	4.25	5.0	6.0
1761-1880	9	8	5	2	1	-
1881-1930	4	8	3	1	-	-
1931-1980	35	70	10	4	1	1
1981-1990	3	2	-	-	-	-
N (Ms)	-	72	13	5	2	1
T (años)	-	60	110	110	230	230
Δ Ms	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1

TABLA 4.2: Patrones de los Períodos de Representatividad por intervalos de magnitud Ms para las Zonas Sismogénicas de la región oriental de Cuba y zonas aledañas.

(Se indica el año a partir del cual se consideran representativos los reportes de terremotos).

Tomado de Investigaciones Sismológicas Complejas para el Complejo Hidroenergético Toa Duaba de T. J. Chuy, J. L. Alvarez, J. A. Zapata, B. E. González et al (1992).

PATRON	Magnitud Ms														
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
A	1964	1984	1981	1979	1979	1979	1850	1850	1850	1750	1676	1676	1576	1502	1502
B		1984	1981	1979	1979	1971	1971	1941	1941	1921	1676	1676	1576	1502	1502
C		1985	1981	1979	1979	1979	1951	1951	1951	1921	1916	1911	1576	1502	1502
D		1985	1981	1979	1979	1979	1971	1966	1961	1921	1916	1911	1576	1502	1502
E			1981	1979	1979	1979	1971	1966	1961	1921	1916	1911	1576	1502	1502
F								1966	1961	1921	1916	1911	1576	1502	1502
G								1966	1961	1921	1916	1911	1911	1502	1502
H								1966	1961	1921	1916	1676	1576	1502	1502
I									1876	1876	1800	1800	1576	1502	1502

Zona Sismogénica	PATRON	Zona Sismogénica	PATRON
Baconao 1	B	Cubitas 1	D
Cauto Nipe	B	Cubitas 2	D
Sabana 1	C	Guaso	B
Oriente 2	D	Palenque	B
Oriente 3	C	Santiago Moa	B
Caimán	I	Española Profundos	H
Sabana 2	D	Jamaica Sur	I
Bayamo	B	Española Sur 1 (E)	H
Purial	C	Jamaica Norte	I
Cauto Norte	B	Española Jamaica	H
Baconao 2	B	Oriente 1	A
Sabana 3	D	Española Sur 2 (W)	H
Santiago Bayamo	B	Española Norte	F

En la Tabla 4.3 aparece el resultado obtenido referente a los valores de a y b para cada una de las Zonas Sismogénicas consideradas y se señalan además, para cuáles de las Zonas Sismogeneradoras se consideró un valor de magnitud característica Mc.

En la Figura 4.4 se presenta el Mapa de Isoaceleraciones Horizontales Máximas para Cuba obtenido del procesamiento integrado de las regiones utilizando el Programa SACUDIDA , para Perfiles de Suelo S2, tiempos de vida útil t de 50 años y una probabilidad de ocurrencia del 15 % de los parámetros de Amenaza.

TABLA 4.3: Parámetros de las Zonas Sismogénicas de Cuba para Peligrosidad Sísmica.

No.	ZONA SISMOGENICA (ZS)	Cat.	Mmax (e)	H (cs)	b	a
1	Norte Cubana Occidental 1	4	5.3	10	0.886	0.942
2a	Norte Cubana Occidental 2 (W)	4	5.5	10	0.886	0.942
2b	Norte Cubana Occidental 2 (E)	4	5.5	10	0.886	1.419
3a	Norte Cubana Occidental 3 (W)	4	5.2	10	0.886	1.243
3b	Norte Cubana Occidental 3 (E)	4	5.2	10	0.886	1.419
4	Hicacos	4	5.5	10	0.886	1.478
5a	Consolación del Norte (W)	4	5.5	20	0.886	1.419
5b	Consolación del Norte (E)	4	5.5	20	0.886	1.641
6a	Pinar 1 (W)	3	6.2	15	0.886	1.506
6b	Pinar 1(C)	3	6.2	15	0.886	1.932
6c	Pinar 1 (E)	3	6.2	15	0.886	1.029
7	Pinar 2	4	5.0	10	0.886	1.641
8a	Bejucal Madruga Coliseo (W)	4	5.0	10	0.886	1.080
8b	Bejucal Madruga Coliseo (E)	4	5.2	10	0.886	1.381
9	Cochinos	4	5.5	20	0.886	1.381
10	Río Ondo	4	5.0	10	0.886	1.286
11	Cienfuegos	4	5.5	10	0.886	1.381
12	Trinidad Fomento	4	5.0	10	1.016	2.107
13	Cienfuegos Santa Clara	4	5.0	10	1.016	1.630
14a	Norte Cubana Occidental 4 (W)	2	7.0	20	1.016	2.239
14b	Norte Cubana Occidental 4 (E)	2	7.0	20	1.016	2.408
15	Camaguey	4	5.0	10	1.016	2.107
16	Santa Cruz	4	5.1	15	1.016	1.931
17	Norte Escambray	4	5.5	15	1.016	2.232
18	Cubitas 3	4	5.5	10	1.016	2.329
19a	Sur Cubana (W)	3	6.5	15	1.016	2.329
19b	Sur Cubana (E)	3	6.5	15	1.016	2.329
20	La Trocha	3	6.0	10	1.016	2.232
21	Sutura Central 1	3	5.8	10	1.016	2.408
22	Sutura Central 2	3	5.8	10	1.016	2.408
23	Oriente 1 (C)	1	8.0	35	0.650	2.403
24	Oriente 1 (subzona)	1	8.0	35	0.650	2.023
25	Oriente 2 (W)	1	7.6	30	0.576	1.623
26	Oriente 2 (subzona)	1	7.6	30	0.576	1.691
27	Oriente 3 (E)	1	7.6	40	0.576	0.603
28	Cauto Nipe	2	7.0*	20	0.772	1.561
29	Cauto Norte	3	6.5*	20	0.609	0.750
30	Sabana 1 (E)	2	7.0*	35	0.772	1.219
31	Sabana 2 (C)	2	6.5*	35	0.609	0.935
32	Sabana 3 (W)	3	6.0*	25	0.653	1.343
33	Purial	3	6.5*	15	0.609	1.445
34	Guaso	4	5.0	10	0.469	0.031
35	Palenque	4	5.0	10	0.469	0.305
36	Santiago Moa	4	5.0	10	0.469	1.265
37	Santiago Bayamo	4	5.5*	15	0.816	2.100
38	Bayamo	3	6.5*	25	0.609	1.128
39	Baconao 1 (S)	2	7.0*	25	0.772	2.257
40	Baconao 2 (C)	3	6.0*	15	0.653	0.684
41	Baconao 3 (W)	3	6.0*	15	0.653	0.684
42	Cubitas 1	4	5.5*	20	0.816	1.061
43	Cubitas 2	4	5.5*	20	0.816	1.061
44	Caimán	4	7.6*	30	0.816	1.691

Nota: En la Tabla Mmax y H (cs) por Orbera et al, 1990, Chuy et al, 1992 y González et al, 1994; donde H (cs): Profundidad (capa sismoactiva) y Magnitud máxima (e) y Mmax* Magnitud por el Modelo del Terremoto Característico.

Complementariamente, en la Figura 4.5 se presenta su conversión a Zonas Sísmicas con fines de Ingeniería, para lo cual se hizo la reducción a valores efectivos de la aceleración horizontal considerando Perfiles de Suelo S1.

FIGURA 4.4
Mapa de Isoaceleraciones Horizontales Máximas de Cuba.

T. J. Chuy y J. L. Alvarez
 1995

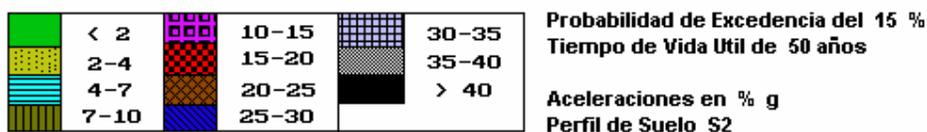
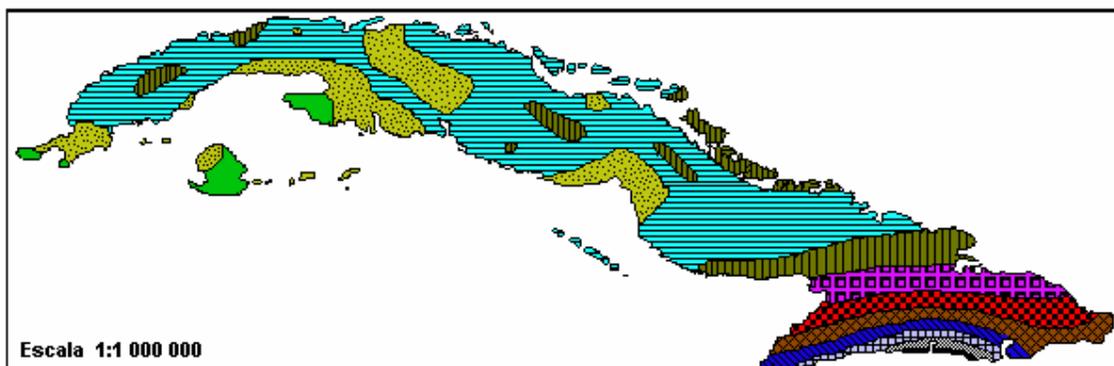
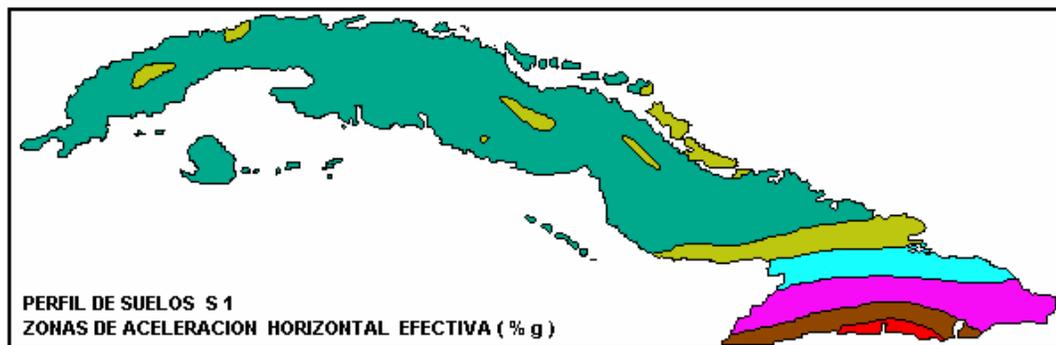


FIGURA 4.5. Mapa de Zonificación Sísmica con fines de Ingeniería.

CONCE - CENAIIS
 E. Ferrer , T. J. Chuy y R. Oliva
 1996



PERFIL DE SUELOS S 1
 ZONAS DE ACCELERACION HORIZONTAL EFECTIVA (% g)

Escala 1: 1 000 000

	ZONA 0. RIESGO SISMICO MUY BAJO. Existe Sismicidad. No se toman medidas sismorresistentes.
	ZONA 1. RIESGO SISMICO BAJO. Pueden producirse daños en las construcciones. Se toman medidas sismorresistentes. 1 A → 0.075 g 1 B → 0.1 g
	ZONA 2. RIESGO SISMICO INTERMEDIO. Se ocasionan daños en las construcciones. Se toman medidas sismorresistentes. 2 A → 0.15 g 2 B → 0.2 g
	ZONA 3. RIESGO SISMICO ALTO. Se ocasionan daños graves en las construcciones. Se toman medidas sismorresistentes. 3 → 0.3 g

Como complemento a estos estimados y para mostrar las posibilidades del uso de la base de datos preparada con este fin, se señalan en el Anexo 9 para el caso de la región oriental, varias formas en que pueden presentarse los niveles de riesgo, tanto en intensidades sísmicas como en aceleraciones horizontales máximas. Por un problema de operatividad sólo se muestran las aceleraciones horizontales, pero es factible igualmente darlos en términos de velocidades o desplazamientos.

4.5. Discusión de los resultados.

El Mapa de Peligrosidad Sísmica que se presenta en este Capítulo, representa un nivel superior del conocimiento que se tiene sobre este problema en el archipiélago cubano, sobre todo porque se introdujeron en su confección, los datos más actualizados sobre la sismicidad del territorio nacional, criterios de atenuación sísmica más detallados que los planteados anteriormente, al tiempo que las determinaciones probabilísticas utilizadas permiten considerar niveles de riesgo adecuados.

Es de significar en los resultados obtenidos, el peso que representa la utilización de datos de terremotos perceptibles, sobre todo en los dos primeros aspectos mencionados en que se introdujeron aspectos novedosos; tanto para ampliar el volumen de datos conocidos, como para establecer el carácter Poissoniano de la generación de eventos, la determinación de réplicas perceptibles, el NMSP por Zona Sismogénica y sus correspondientes parámetros de atenuación elípticos. En particular, los resultados obtenidos en los temas mencionados introducen una novedad en los estimados de Peligrosidad Sísmica obtenidos hasta la fecha en Cuba.

La consideración de los sismos perceptibles a través de la Sismicidad Histórica con este fin, ha sido utilizada por muchos autores como Guidoboni y Stucchi (1993), Martín (1989), Muñoz (1989) e incluso Mc Guire (1993b), en su compilación de métodos y resultados obtenidos en 60 regiones y países, muestra que el camino utilizado por nosotros no discrepa de la práctica internacional y que el nivel de actualización y rigor de los estimados, depende en mucho de la valoración y el período que abarcan los catálogos de sismos, de la consideración de procesos Poissonianos y del modelo de atenuación; aspectos que fueron analizados en este trabajo. Incluso, la mayoría de los países que no tienen catálogos completos utiliza soluciones a través de la intensidad máxima reportada o bien sólo datos desde el siglo XIX; otros prácticamente asumen de los procesos deben ser Poissonianos o bien no proponen formas de tener catálogos de sismos históricos limpios de réplicas perceptibles. De igual forma, no se presentan consideraciones de atenuación que se aparten de la circular y la gran mayoría cuando presenta

sus estimados en términos de aceleración, lo hace a través de relaciones de correlación empíricas u generalizadas desde otra región.

La introducción necesaria de niveles probabilísticos del Peligro Sísmico en términos de aceleración y para Perfiles de Suelo específicos, posibilitó el paso a las tan necesarias Zonas Sísmicas con fines de Ingeniería para el Nuevo Código Sísmico Cubano (Figuras 4.4 y 4.5), aprobadas durante el año 1998.

CAPITULO 5

EVALUACIONES PUNTUALES DE LA INTENSIDAD DE LOS TERREMOTOS CON FINES DE MICROZONACION SISMICA

CAPITULO 5

EVALUACIONES PUNTUALES DE LA INTENSIDAD DE LOS TERREMOTOS CON FINES DE MICROZONACION SISMICA

5.1. Introducción.

La diferencia que observamos en la forma de manifestación de los estremecimientos producidos por terremotos en el área limitada de una ciudad o localidad de suficiente extensión, se debe a la distribución heterogénea de los suelos de diferentes categorías ingeniero-geológicas y a las variaciones en el nivel de las aguas subterráneas (Murphy, J.R. y Hewett, R.A., 1975; Mohraz, B., 1976; Medvedev, S.V., 1977, Zahradnik, J., Cerveny, V. y Bartak, V., 1981; Sharma, S. y Kovac, W.D., 1982; Chuy, T., 1983; González, B.E., Mirzoev, K.M., Chuy, T. et al, 1984; etc). Los suelos friables presentan condiciones menos favorables desde el punto de vista sísmológico que los compactos, ya que en ellos se registran las mayores amplitudes de los desplazamientos. En los suelos donde el manto freático se encuentra a profundidades inferiores a los 10 m con relación a la superficie, pueden ocurrir incrementos de hasta un grado en el valor de la intensidad sísmica, en comparación con otros suelos del mismo tipo donde la profundidad de las aguas subterráneas es mucho mayor.

El nivel de la influencia de las características geológicas locales en la forma en que se perciben los estremecimientos producidos por un terremoto, ha sido tratada por diferentes autores (Kuliev, F.T., 1970; Shebalin, N.V., 1970; Robinson, A. y Talwani, P., 1983; González, B.E. et al, 1984; González, B.E., 1991; Zapata, J.A., 1997), con el objetivo de cuantificar las variaciones de intensidad sísmica (o aceleración) mediante la clasificación de la respuesta sísmica de los suelos y por consiguiente de posibilitar el estimado de potenciales daños en las estructuras, a través de mapas de microzonación sísmica.

La realización de investigaciones de microzonación sísmica está normada en muchos países y es obligatoria en las regiones con intensidad a esperar mayor o igual a 7 grados en las escalas MM y MSK de los mapas de zonación sísmica general. Sin embargo, en los últimos años, con el desarrollo de la energética nuclear, la hidroenergética y la industria en general, que demandan la construcción estructuras críticas que pueden representar un riesgo potencial para el entorno, estos trabajos han comenzado a realizarse en regiones con sismicidad de fondo más baja, ya que la protección y requerimientos de estas instalaciones así lo requieren.

En el presente Capítulo, el autor propone Recomendaciones Metodológicas para la evaluación puntual de terremotos, al tiempo que realiza una valoración de los efectos producidos en las edificaciones, ubicadas en diferentes partes de las ciudades de Santiago de Cuba y Guantánamo, producidos por algunos de los terremotos más significativos de su historia sísmica y se efectúa la confrontación de los resultados de la Estimación Puntual de los daños y efectos generales, con el Esquema de Analogías Ingeniero-Geológicas, realizado para la Microzonación Sísmica de la ciudad de Santiago de Cuba en el primer caso y para dar criterios para el uso óptimo de suelos por datos sismológicos en el otro.

5.2. Criterios para la evaluación puntual de los efectos de los terremotos.

La evaluación de la intensidad sísmica para edificaciones, en particular, dentro del perímetro de una ciudad, afectada por un terremoto perceptible, no se contempla explícitamente en los textos más recientes relacionados con las escalas de intensidades sísmicas de mayor uso en la actualidad (Medvedev, S.V., 1979; Report on the Ad-hoc Panel Meeting of Experts, 1981; Newmark, N.M. y Rosenblueth, E., 1971; Brazee, R.J., 1978; Grunthal, G. ed. 1993). Por esta razón y teniendo en cuenta las ventajas para cuantificar la información macrosísmica que ofrece la escala MSK, utilizada en nuestro país, el autor propone reducir las evaluaciones por área de los efectos en las edificaciones, a evaluaciones puntuales para cada edificación en particular, utilizando la misma escala cuantitativa y extrapolando en la misma proporción los valores que no se reflejaban. De esta forma, la descripción de los efectos producidos por un terremoto fuerte en un edificio, puede ser tomada en consideración para establecer criterios acerca de características ingeniero-geológicas de los suelos donde esta estructura se asiente.

5.2.1. Valoración de las características de los terremotos fuertes.

Para la realización de las evaluaciones puntuales de terremotos fuertes, se propone considerar solamente los edificios construidos sin la adopción de medidas antisísmicas, ya que los sismos fuertes y destructores en nuestro país, con la excepción de los terremotos de Pílon en 1976 y de Cabo Cruz en 1992, han ocurrido cuando éstas no se tenían en cuenta explícitamente al confeccionar proyectos constructivos.

Las edificaciones se clasifican de acuerdo con la escala MSK en tipos A, B y C. Igualmente la cantidad de daños (%) sufridos por las edificaciones en particular, se evalúan de la misma forma que en la escala MSK las áreas afectadas en general. La afectación en una estructura cuantitativamente se convierte bajo este criterio de la forma siguiente:

- Daños aislados: 5% del edificio.
- Daños de cierta consideración: 20% del edificio.
- Daños considerables: 55% del edificio.

Para la clasificación del tipo de daños sufridos por la edificación se utiliza el propuesto por la escala MSK, individualizando a efectos en edificaciones aisladas. Se hizo necesario en la descripción de los efectos, la inclusión de las torres junto a las chimeneas. Esta inserción se realizó teniendo en cuenta que en la mayoría de los sismos fuertes ocurridos en el pasado, con la excepción del terremoto ocurrido en San Cristóbal en 1880, los reportes corresponden a afectaciones en las torres de los campanarios de las iglesias. Debemos señalar que en el tipo de construcción utilizada en Cuba no se proyectan chimeneas altas, que sólo se encuentran en algunas industrias.

Una guía resumen para la evaluación de los daños producidos por un terremoto fuerte y/o destructor en cada edificación en particular, se presenta en la tabla 5.1.

5.2.2. Valoración de las características de los terremotos débiles.

El hecho de que la mayor frecuencia de terremotos reportados perceptibles, se corresponda con sismos de baja energía o débiles, determinó que el autor se planteara adicionalmente algunas características para las descripciones de perceptibilidad de este tipo de eventos, ya que las evaluaciones puntuales de terremotos débiles dependen en gran medida del grado de detalle de la encuesta realizada, así como de la experiencia del que interpreta los datos recopilados.

Debemos señalar que en este caso las encuestas consideradas no fueron realizadas ni evaluadas solamente por el autor, ni estaban encaminadas a un procesamiento posterior desde el punto de vista del análisis puntual, sino para determinar de manera general el grado de perceptibilidad del sismo en la ciudad; de la misma forma en que de las informaciones de terremotos históricos del epígrafe precedente, se evalúan las descripciones que fueron escritas en cada época estrictamente.

En las evaluaciones de terremotos débiles deben tenerse en cuenta como elementos esenciales los efectos psicológicos, los efectos materiales, la hora de ocurrencia del evento, cantidad de personas presentes y su ubicación en la edificación. Estos aspectos fueron considerados por

Zapata y Chuy (1992) para incluir las bajas intensidades en los análisis de validación macrosísmica de mapas de microzonación sísmica en términos de intensidad iniciados por el autor para sismos fuertes (Chuy, T., 1988). A continuación se presentan estos elementos integrados bajo la óptica del autor:

TABLA 5.1: Criterios para la Evaluación Puntual de la Intensidad Sísmica en base a las afectaciones reportadas en edificaciones aisladas.

INTENSIDAD MSK	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Cantidad	daño	Cantidad	daño	Cantidad	daño
5	5 %	1				
6	5 %	2	5 %	1		
	20 %	1				
7	5 %	4	5 %	3	5 %	2
	20 %	3	20 %	2		
	55 %	2	55 %	1		
8	5 %	5	5 %	4	5 %	3
	20 %	4	20 %	3	20 %	2
	55 %	3	55 %	2	55 %	1
9	20 %	5	5 %	5	5 %	4
	55 %	4	20 %	4	20 %	3
			55 %	3	55 %	2
10	55 %	5	20 %	5	5 %	5
			55 %	4	20 %	4
					55 %	3

TIPO DE EDIFICACION

A - Edificación de piedra picada, construcciones rurales, casas de adobe, casas de arcilla, etc.

B - Edificaciones de ladrillo corriente o bloques, casas de madera, edificaciones de madera, edificaciones de piedra natural labrada, todas las construcciones de mampostería, etc.

C - Construcciones de madera bien fabricadas, edificaciones de hormigón armado prefabricado, edificios de paneles grandes prefabricados, de mampostería reforzada, edificios de estructuras metálicas, etc.

CANTIDAD

5 % partes aisladas de la edificación son afectadas.

20 % gran parte de la edificación es afectada.

55 % la mayoría de la edificación es afectada.

DAÑOS

1. Daños ligeros. Grietas finas en la cubierta (repello); caída de pequeños pedazos de repello.
2. Daños moderados. Grietas pequeñas en las paredes, caída de tejas; grietas en las chimeneas y torres, pueden caer parte de las mismas.
3. Daños considerables. Grietas largas y profundas en las paredes; caída de chimeneas y torres.
4. Destrucción. Rajaduras en las paredes; colapsa parte de la edificación; partes aisladas pierden su cohesión, las paredes interiores y los marcos son colapsados.
5. Destrucción total. Colapso de la edificación.

La afectación psíquica que producen los sismos en las personas es variable, lo que conduce a diferentes grados de alarma y por consiguiente influye de manera considerable en su capacidad de observación y descripción del fenómeno, llevándolos incluso en ocasiones a una sobrevaloración o una incapacidad total de describirlos adecuadamente. Se desprende de esto la necesidad de validar en ocasiones a través de encuestas en puntos vecinos, cuando en determinadas entrevistas que se realizan no concuerdan las descripciones con la lógica esperada.

Los efectos materiales juegan un importante papel en la definición de los grados de intensidad de los terremotos débiles. Al encontrarnos en las descripciones casos de balanceo leve de objetos colgados, vibración leve de algunos tipos de muebles (grado 3); vibración moderada de muebles, puertas, ventanas, objetos o adornos sobre repisas, televisores, etc. (grado 4); balanceo fuerte de lámparas y cuadros, tintineo de vajillas, caídas de objetos de sus lugares, derrame del líquido contenido en diferentes tipos de vasijas, batimiento fuerte de las ventanas y puertas entreabiertas (grado 5); podemos percatarnos de que este índice define en la mayoría de los casos el grado de intensidad de los estremecimientos. Por esta razón tienen un valor preferencial, las encuestas en edificaciones típicas que se correspondan lo más literalmente posible con la escala MSK. Es de señalar en este parámetro la importancia que tiene el grado de observación de la persona encuestada y la interpretación que de su descripción realice quien la evalúa. En particular, porque aunque muchas veces las construcciones son típicas, su estado técnico es deplorable, lo cual se debe tener en cuenta. Incluso elementos como el tipo de techo o cimientado deben ser considerados.

La hora de ocurrencia del sismo es de tener en cuenta, ya que en horas de la mañana y la tarde la gran mayoría de las personas se encuentran realizando sus labores, por lo que los sismos de intensidad 3 en ocasiones son imperceptibles en muchas zonas urbanas de intensa actividad socio-económica; por lo que si ese es el grado de intensidad esperado, no debe limitarnos este factor y sí, buscar áreas donde el "ruido social" sea mínimo. En horas de la madrugada los que están dormidos generalmente no se percatan de este grado y solo es sentido por aquellas que se encuentran en reposo despiertos o en pisos altos de edificios. Esta dificultad puede solucionarse tratando al menos de hacer las encuestas en viviendas en mal estado, de madera, sobre pilotes, en lugares donde se realiza guardia, etc.; para definir, en primer lugar, la perceptibilidad del evento y luego estimar el grado de intensidad. En el caso de 4 grados de intensidad la definición es mucho mayor y mayor también en horas de la noche la probabilidad de encontrar gran número de personas que hayan sentido 4 grados. Para sismos de 5 grados, prácticamente se garantiza la percepción general del evento a cualquier hora.

La cantidad de personas que perciben un sismo de una forma u otra es un elemento que le da veracidad a la evaluación porque para grado 3 los estremecimientos leves son sentidos por muy pocas personas; en grado 4 son muchas las que reportan sentir los efectos y para grado 5 todas las personas lo señalan cualquiera que haya sido la actividad que hayan estado realizando.

La ubicación espacial es el último elemento a considerar porque es muy difícil que en un sismo de grado 3, personas a cielo abierto o caminando dentro de las casas lo perciban claramente; en grado 4 se encuentran algunos casos que reportan sentirlo en el exterior y sólo en grado 5 muchas personas son capaces de definir en el exterior o en movimiento los estremecimientos producidos por un terremoto.

Para el análisis de los efectos puntuales de los terremotos débiles (intensidades entre 3 y 4 grados, escala MSK) se tomaron encuestas realizadas en diferentes zonas y de acuerdo a los reportes de perceptibilidad dados por las personas y el tipo de edificación en que se encontraban, se clasificaron considerando cada punto independientemente.

5.3. Estudio de casos.

5.3.1. Evaluaciones puntuales de terremotos en la ciudad de Santiago de Cuba.

Desde su fundación en 1514 hasta la fecha, la ciudad de Santiago de Cuba ha sido total o parcialmente afectada por la acción de terremotos fuertes. Sin embargo, el grado de destrucción no ha sido uniforme dentro del territorio de la ciudad, notándose que en algunas zonas los efectos producidos por la acción de sismos han sido más importantes que en otras

En 1984 se terminó la Microzonación Sísmica de esta ciudad (González et al, 1984), el mayor centro poblacional de la zona de mayor peligrosidad sísmica de la isla, con el objetivo de apoyar la planificación del desarrollo perspectivo urbano e industrial de la ciudad y facilitar la toma de criterios para la mitigación de la vulnerabilidad sísmica de objetivos económicos y sociales ya construidos en caso de un terremoto destructor. Para ello estos autores utilizaron el Método de Analogías Ingeniero-Geológicas (Medvedev, S.V., 1971, 1977; Popov, V.V. 1959; SNIP, 1982) y una variante metodológica del método instrumental de microsismos utilizando estaciones separadoras por frecuencias (CHISS) en el rango de 0,25 a 30 hertzios (Alvarez, H. et al, 1986 y González, B. et al, 1989).

El esquema de Analogías Ingeniero-Geológicas (Fig. 5.1), confeccionado a escala 1:25 000 por González, Mirzoev, Chuy et al (1984) muestra las áreas de la ciudad y sus alrededores que presentan respuestas cuasihomogéneas a la acción sísmica, con el correspondiente valor de variación en términos de la intensidad sísmica (DI).

- ◆ **Zona 1 (DI \geq + 1).** Constituida por sedimentos friables y antropogénicos con nivel freático a profundidades inferiores a un metro.
- ◆ **Zona 2 (DI = +1).** Constituida por suelos friables y semirocosos intemperizados con nivel del manto freático a profundidad menor de 4 m.
- ◆ **Zona 3 (DI = 0).** Constituida por suelos friables y semirocosos intemperizados con nivel del manto freático a profundidades mayores de 4 m.
- ◆ **Zona 4 (DI = -1).** Constituida por suelos rocosos y semirocosos intemperizados con nivel del manto freático a profundidad mayor de 10 m.

A continuación fueron escogidos, entre los terremotos reportados como perceptibles en la ciudad de Santiago de Cuba, fundamentalmente aquellos en que se señalaban afectaciones a edificaciones que era posible ubicar con precisión o bien contaban con una cantidad suficiente de descripciones bien localizadas en el área de la misma (Tabla 5.2).

La ubicación exacta de las edificaciones afectadas por cada terremoto, fue realizada teniendo en cuenta los planos de la ciudad, correspondientes a las fechas más próximas a las ocurrencias de dichos eventos (Archivo general de Indias, 1669; Jefferys, T., 1762; Callejas, J.M., 1775; Anónimo 1823; Pichardo, E., 1875; Compañía Cubana de Electricidad, 1927; Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, 1961, 1968; Martínez, L., 1964; Instituto de Planificación Física, 1980).

Después de ubicar los puntos donde se señalaron afectaciones para cada terremoto seleccionado, los daños producidos para cada edificación en particular fueron evaluados de acuerdo con los criterios presentados anteriormente, asignándoseles el valor de la intensidad sísmica correspondiente. Con el objetivo de relacionar estas afectaciones con las características ingeniero-geológicas de la ciudad de Santiago de Cuba, se realizó el cartografiado de estos puntos sobre el esquema de Analogías Ingeniero-Geológicas. En el

Anexo 10 se muestran varios ejemplos de este tipo para dos casos de terremotos fuertes y dos moderados.

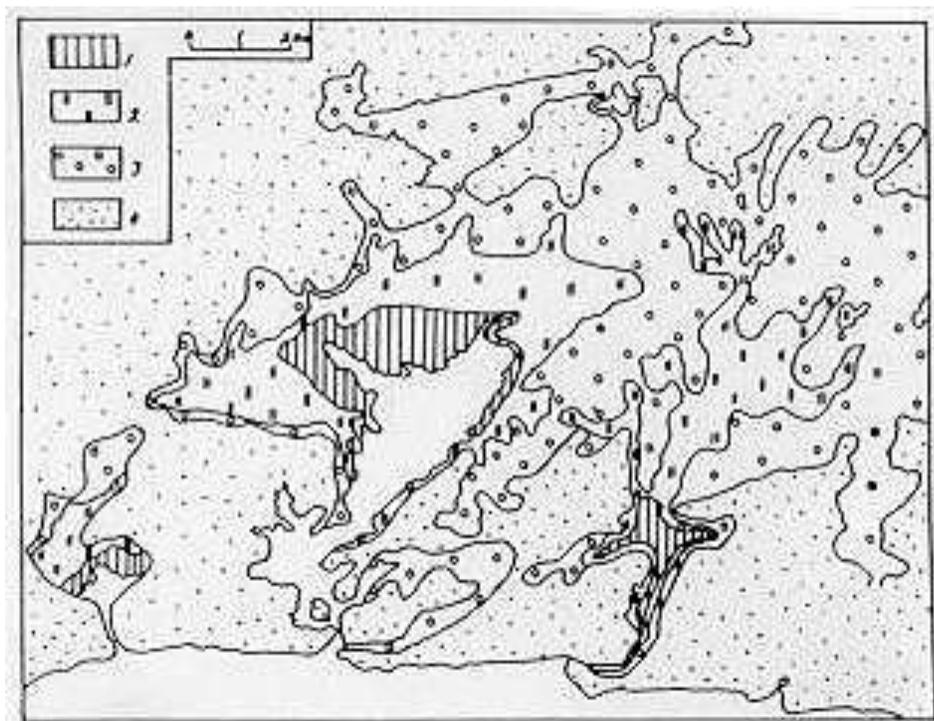


FIGURA 5.1. Mapa de Analogías Ingeniero – Geológicas de la ciudad de Santiago de Cuba y sus alrededores obtenido por González, Mirzoev, Chuy et al (1984).

Zona 1 ($DI \geq +1$). Constituida por sedimentos friables y antropogénicos con nivel freático a profundidades inferiores a un metro.

Zona 2 ($DI = +1$). Constituida por suelos friables y semirocosos intemperizados con nivel del manto freático a profundidad menor de 4 m.

Zona 3 ($DI = 0$). Constituida por suelos friables y semirocosos intemperizados con nivel del manto freático a profundidades mayores de 4 m.

Zona 4 ($DI = -1$). Constituida por suelos rocosos y semirocosos intemperizados con nivel del manto freático a profundidad mayor de 10 m.

En la Tabla 5.3 se presentan ejemplos de los resultados de evaluaciones puntuales para terremotos fuertes realizadas por el autor (Chuy, 1988) y en la Tabla 5.4, las correspondientes a terremotos débiles y moderados realizadas posteriormente por Zapata y Chuy (1992).

Analizando la información obtenida puntualmente se realizó la promediación de las respuestas utilizando todos los terremotos señalados, para obtener la variación de intensidades de cada punto con respecto a la intensidad determinada para la ciudad de Santiago de Cuba de acuerdo con la zonas de DI.

TABLA 5.2: Parámetros de los terremotos utilizados para la caracterización de la respuesta de los suelos en términos de intensidad sísmica en la ciudad de Santiago de Cuba.

FECHA	HORA UT	Lat. N	Lon. W	H (Km)	Ms	I _{max}
1766 JUN 12	05:14	(19.80)	(76.10)	(35)	(7.6)	9.0
1852 AGO 20	14:05	(19.75)	(75.32)	(30)	(7.3)	9.0
1903 SEP 22	08:09	(19.90)	(76.00)	(30)	(5.7)	7.0
1932 FEB 03	06:15:55.0	19.80	75.80	30	6.75	8.0
1932 JUN 06	09:12:45.0	19.60	76.50	30	(5.4)	6.0
1947 AGO 07	00:40:20.0	19.90	75.30	50	6.7	7.0
1983 DIC 01	00:09:18.7	19.95	75.89	17	3.6	5.0
1987 JUL 07	22:06:02.2	19.92	75.62	25	(3.4)*	4.5
1987 NOV 07	12:50:41.4	19.98	75.88	17.5	(3.7)*	4.5
1988 ENE 05	02:24:13.5	19.87	75.43	27.5	(3.5)*	5.0
1988 FEB 15	12:25:53.8	20.05	75.85	17.5	(3.0)*	3.0
1988 FEB 15	14:50:25.8	20.09	75.83	15	(2.4)*	3.0

Nota: () Determinaciones macrosísmicas.

()* determinaciones de Ms a través de Kr.

De esta forma se obtuvo la media de la respuesta puntual de perceptibilidad con respecto a los grados determinados en terremotos de diferente intensidad. Para determinar que relación existe entre la respuesta real del suelo con la esperada en términos de intensidad, a partir de los estimados por la microzonación sísmica, se realizó la comparación de los valores promediados obtenidos con su ubicación en las diferentes zonas ingeniero-geológicas; definiéndose de esta forma conjuntamente, las zonas anómalas o sea que presentan mayores discrepancias en este sentido y que se señalan en la Tabla 5.5.

TABLA 5.3: Evaluaciones puntuales de terremotos fuertes en la ciudad de Santiago de Cuba.

1766 06 12.	Iglesia de Santa Lucia. Arruinada la edificación completamente. Serias cuarteaduras. Amenaza de desplome. Edificación Tipo B con 55% de afectaciones de grado 3 y 20% de grado 4.	Intensidad: 9.0 MSK.
1852 08 20.	Catedral de Santiago de Cuba. En ruinas las naves de los extremos y los 4 arcos que sostienen la cúpula. La pared maestra del Oeste se rajó en toda su extensión a 6 pies del suelo. Se cuarteó la torre del reloj y se desplazaron sus tercer y cuarto cuerpo y se teme su derrumbe. Edificación Tipo B con 5% afectaciones de grado 5 y 20% de grado 4.	Intensidad: 9.0 MSK.
1852 08 20.	Iglesia de Trinidad. Se cuarteó y desplomó la fachada, así como la pared que divide la iglesia de la sacristía. Edificación Tipo B con 5% de afectaciones de grado 5.	Intensidad: 9.0 MSK.
1887 09 23.	Edificio del Gobierno Civil. Sufrió serios desperfectos. Edificación Tipo B con 20% de afectaciones de grado 2-3.	Intensidad: 7.5 MSK.
1932 02 03.	Colegio Hijas de María. Se agrietó casi totalmente. Edificación Tipo B con 55% de afectaciones de grado 3.	Intensidad: 9.0 MSK.
1932 06 06.	Edificación de la calle Marina y Padre Pico. Grietas en las paredes. Edificación Tipo B con 5 – 20% de afectaciones de grado 2.	Intensidad: 6.5 MSK.

5.3.2. Evaluaciones puntuales de terremotos en la ciudad de Guantánamo.

Un análisis de las condiciones ingeniero-geológicas del área de ubicación de la ciudad de Guantánamo con el objetivo de valorar la respuesta sísmica de los suelos fue tratada por Oliva et al (1989), como elemento de partida para realizar la microzonación de la misma.

En este trabajo estos autores realizan la división del territorio de la ciudad en tres zonas con las siguientes características:

TABLA 5.4: Valoraciones macrosísmicas puntuales de terremotos en la ciudad de Santiago de Cuba.

DIRECCION	DESCRIPCION	ZONA DI	I (MSK)
1983-DIC-01 I(sismo) = 5.0 Q-66 Apto.1 Micro 7 Distrito José Martí	Sintieron un ruido fuerte y se asustaron; personas que se encontraban en la calle sintieron el movimiento; en la casa se observó movimiento de los muebles y los objetos colgados; vibraron las vajillas; las puertas y ventanas batieron; las paredes traquearon; se observaron grietas finas y largas y mayores filtraciones en el techo.	0	5.0
San Pío No.30 e/ Habana y Maceo.	Sentido por todas las personas en la casa que se asustaron y corrieron hacia la calle; los objetos colgados se balancearon suave; los muebles se movieron; el piso y paredes traquearon fuerte; tintineó la vajilla; las puertas y ventanas batieron.	+1	5.0
Hospital Provincial Calle 4 y Carretera Central. Rpto. Sueño.	Sentido por muchas personas aunque no se asustaron; hubo ruido fuerte; balanceo suave de objetos pequeños colgados; movimiento fuerte de los muebles y traquearon fuerte los pisos y paredes	0	4.5
1987-JUL-07 I(sismo) = 4.5 Calle K e/ Ave. De Céspedes y 4ta. Rpto. Sueño.	Ruido como una explosión fuerte; sentido por 4 personas sentadas en el patio exterior estremecimiento de moderado a fuerte; una persona bañándose sintió el movimiento.	0	4.5
Corona y San Germán.	Una persona de pie en la casa sintió el movimiento leve y rápido del piso, se asustó; otras personas sentadas sintieron movimiento moderado en los asientos.	0	3.5
1987-NOV-07 I(sismo) = 4.5 Entronque de Punta Gorda.	De pie en la casa sintieron un fuerte temblor; se observó balanceo de un reloj de péndulo que estaba detenido; sentido por todos; se despertó uno que estaba dormido; algunos se asustaron y corrieron.	+1	5.0
Ciudamar.	De pie al aire libre se sintió el ruido y sacudida fuerte; una persona acostada sintió estremecimiento fuerte de la cama.	+1	4.5
Calle 9 No.219 ½ e/ H y K Rpto. Veguita de Galo. Los Tejadas No.4 e/ Pameco y Dematrio del Castillo	Caminando dentro de la casa se sintió ruido y sacudida moderada, una persona acostada sintió movimiento de la cama. De pie en el portal de la casa se sintió sacudida moderada; otras personas en la casa lo sintieron.	0 +1	4.0 3.5
1988-ENE-05 I(sismo) = 5.0 A e/ 5 y 6 Rpto. Sueño.	Acostado lo despertó y sintió ruido leve y uno sentado sintió vibración leve del piso.	0	3.0
1988-FEB—15 I(sismo) = 3.0 Aguilera No.1057 e/ 3ra y 4ta. Rpto. Santa Bárbara.	Parada frente a un mueble sintió tintineo de frascos en un bolso; otros dormidos no lo sintieron.	0	3.0
Calle 4ta No.205 Rpto. Vista Alegre.	Acostado semidormido se le movió la cama suave, otros sentados viendo la T.V. no lo sintieron.	0	2.5

TABLA 5.5: Localización en Santiago de Cuba de zonas anómalas por la evaluación de la intensidad sísmica, en relación con su comportamiento respecto a una zonación del territorio utilizando el método de Microzonación Sísmica de Analogías Ingeniero-Geológicas (MSAIG).

LOCALIZACION	COORDENADAS		ZONA DI (MSAIG)	RESPUESTA REAL
	X	Y		
El Caney	611 000	156 375	0	+1
Alrededor de la Bahía de Santiago de Cuba.	600 750	147 250	+1	-1
Norte del Río san Juan.	607 000	152 625	0	+0.5
Distrito José Martí (Micro 4)	603 750	155 500	+1	-1
Distrito José Martí (Micro 7)	603 750	154 780	0	-1
Rpto. Vista Alegre (SE) y Terrazas.	607 250	152 450	+1	-1
Trinidad y Habana.	605 000	153 000	+1	-1

- ◆ **Zona A:** Con Categoría Sísmica II según sus características ingeniero-geológicas. Desde el punto de vista geomorfológico presenta un relieve tranquilo con valores bajos de pendiente y el nivel del manto freático a más de 4 m. No proponen para ella incrementos de la intensidad sísmica ($DI = 0$).
- ◆ **Zona B:** Con Categoría Sísmica III según sus características ingeniero-geológicas. Presenta un gran desarrollo de suelos arcillosos y el nivel del manto freático se encuentra entre los 2 y 4 m. Proponen para ella el incremento de hasta un grado de intensidad sísmica ($DI = + 1$).
- ◆ **Zona C:** Con Categoría Sísmica III según sus características ingeniero-geológicas. Presenta relieve abrupto pueden producirse en ella fenómenos físico-geológicos tales como deslizamientos y desprendimientos. El nivel del manto freático se localiza a menos de 2 m. Proponen para ella el incremento de más de un grado de intensidad sísmica ($DI \geq + 1$).

Para el caso de la ciudad de Guantánamo, por no contar con datos suficientes de efectos de terremotos fuertes en ella, el autor evaluó solamente datos macrosísmicos de terremotos

moderados y débiles (Tabla 5.6). Después de ubicar los puntos donde se señalaron los valores puntuales de perceptibilidad para cada sismo seleccionado, evaluados por los criterios señalados utilizando como base el esquema realizado por Oliva et al (1989) y algunos de cuyos ejemplos se muestran en el Anexo 11, se promediaron las intensidades sísmicas tratando de hacerlas corresponder con las zonas señaladas.

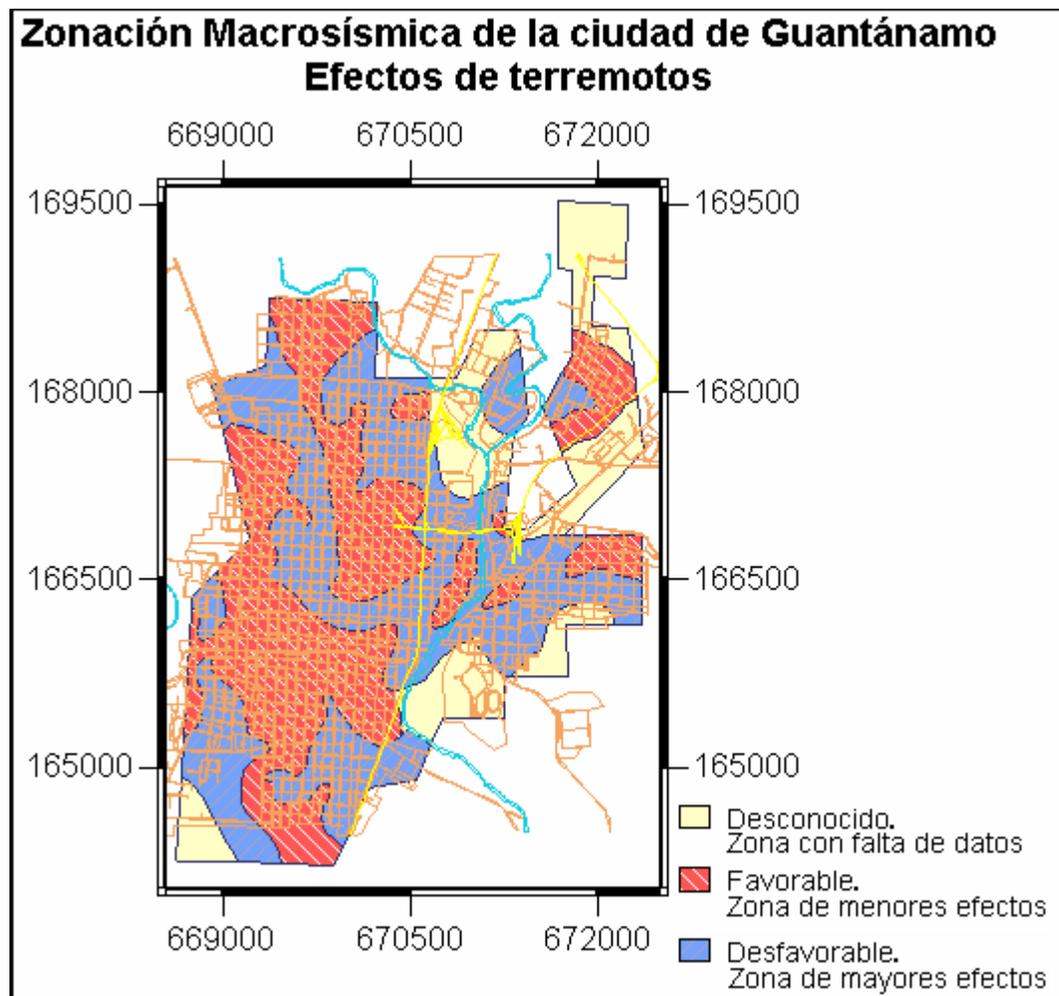


FIGURA 5.2. Esquema de Zonación Macrosísmica de Efectos de Terremotos en la ciudad de Guantánamo.

5.4. Discusión de los resultados.

Las Recomendaciones Metodológicas propuestas para la Evaluación Puntual de la Intensidad de los Terremotos, resultan adecuadas para estos fines y el autor recomienda generalizar su utilización.

Para el caso de la ciudad de Santiago de Cuba, en los resultados obtenidos mediante la evaluación puntual de los efectos de los terremotos fuertes sobre las edificaciones y

descripciones de perceptibilidad de los sismos moderados y débiles, se observa en general una aceptable concordancia con el valor de la intensidad sísmica a esperar, de acuerdo con las zonas de diferente DI obtenidas por analogías ingeniero-geológicas. Esto es debido a que aunque en la Tabla 5.5 se presentan 7 áreas discordantes, en general para toda la parte urbana de la ciudad la coincidencia de valores esperados y experimentales es significativa, validando las zonas en alrededor del 55 %, valor de consideración si tenemos en cuenta que no hay información de este tipo en el 35 % del área estudiada. De este último porcentaje una gran parte se corresponde con la parte no poblada del territorio.

TABLA 5.6: Parámetros de los terremotos utilizados para la caracterización de la respuesta de los suelos en términos de intensidad sísmica en la ciudad de Guantánamo.

FECHA	HORA UT	Lat. N	Lon. W	H (Km)	Ms	I _{max}
1983 DEC 01	00:09:18.7	19.95	75.89	17	(3.6)*	5.0
1984 MAY 03	17:47:10.8	19.82	75.50	17.5	(3.4)*	5.0
1985 SEP 01	01:01:00.2	19.86	75.39	37.5	(4.4)*	5.0
1985 NOV 08	03:33:55.5	19.86	75.90	22.5	(4.0)*	5.0
1988 JAN 05	02:24:13.5	19.87	75.43	27.5	(3.5)*	5.0
1988 MAR 20	22:17:10.6	19.86	75.52	27.5	(2.9)*	4.0
1988 DEC 10	19:13:46.0	19.86	75.20	10	(3.5)*	5.4
1989 FEB 12	14:26:45.6	19.71	74.32	20	(4.4)*	4.5
1989 JUN 21	01:47:45.2	19.82	75.40	15	(3.1)*	4.0
1989 JUL 02	18:18:42.0	19.65	76.13	20	(3.4)*	4.0
1989 JUL 19	23:01:32.6	19.93	76.05	15	(3.4)*	4.0
1990 MAY 22	20:35:40.4	19.84	76.03	15	(4.8)*	6.0

Nota: ()* Determinaciones de Ms a través de Kr.

En el caso particular del sismo del 3 de febrero de 1932, Morales (1933) obtuvo para la parte baja de la ciudad (zona 1), valores de amplitud de los desplazamientos del terreno que se correspondientes 9 grados MSK y para la aceleración, compatibles con las evaluaciones macrosísmicas realizadas de este terremoto.

En cuanto a los valores de intensidad, las discrepancias observadas en las evaluaciones puntuales de los terremotos analizados, están dentro de los límites de error en las determinaciones del grado de intensidad sísmica, sobre todo porque las de terremotos fuertes han sido obtenidas utilizando informaciones contenidas en crónicas, revistas y prensa de cada época, las cuales en muchos casos no son suficientemente descriptivas.

Finalmente, se debe señalar que todas las áreas consideradas anómalas, se encuentran en zonas de contacto ingeniero-geológicas, por lo que sería posible considerar además que la respuesta obtenida en ellas, es producto de problemas en la generalización de la información de base al realizar el trazado de las fronteras de zonas para el esquema de microzonación sísmica.

Por ejemplo, existen en algunas de las discrepancias encontradas, insuficiencias en la información hidrogeológica utilizada en la confección del esquema de Analogías, ya que los pozos de que se dispuso para ese trabajo no estaban distribuidos homogéneamente en el territorio investigado, y sólo para 32 de ellos fueron realizadas mediciones repetidas que permitieron determinar las variaciones anuales (Chuy, T. et al, 1982); así como que las clases utilizadas para la caracterización de los suelos, no presentaban una distribución uniforme en el territorio investigado (González, B.E. Mirzoev, K.M., Chuy, T. et al; 1984).

Es de considerar también en este aspecto, de que a pesar de que se realizaron investigaciones geológicas complementarias, entre ellas interpretación de fotos áreas (Barceló, G. et al, 1984), la información geólogo-tectónica no fue la más completa para la confección del esquema de Analogías, especialmente para la delimitación de las fronteras entre zonas.

Con respecto a la presencia de deficiencias de carácter constructivo en algunas edificaciones de la ciudad, se verificó que en el Informe presentado por la Subcomisión de Edificaciones con motivo del terremoto del 3 de febrero de 1932 (Villa, M., 1933) se analizan los daños estructurales sufridos por diferentes edificios en distintos puntos de la ciudad y aunque consideran importantes inapropiados detalles constructivos y el empleo de morteros de baja calidad, las afectaciones señaladas corroboran que la intensidad de 8 grados MSK asignada a

este terremoto, está plenamente fundamentada y no se puede asociar a deficiencias constructivas. Sin embargo, en otros casos no se dispone de una información de carácter ingenieril, sobre el estado en que se encontraban las estructuras en el momento de sufrir los efectos de terremotos. De esta forma, puede haber ocurrido que la estructura afectada, en realidad tuviera deficiencias constructivas o hubiera sufrido los efectos de terremotos anteriormente, sin una reparación posterior adecuada; pero sobre esta cuestión no podemos en la actualidad emitir criterios definitivos.

En concordancia con los resultados obtenidos, se recomienda que en los próximos terremotos que se reporten perceptibles en la ciudad de Santiago de Cuba y sus alrededores, se realicen evaluaciones puntuales, dirigidas a precisar si efectivamente hay que reconsiderar las fronteras de las zonas ingeniero-geológicas por las anomalías presentadas, a determinar si estos efectos se presentan además en otras áreas o si las discrepancias observadas en el análisis generalizado responden a que las recopilaciones de datos macrosísmicos estaban incompletas por estar dirigidas fundamentalmente a la determinación general de la perceptibilidad del sismo en la ciudad.

En el caso de la ciudad de Guantánamo los resultados obtenidos no permitieron establecer la correspondencia esperada con la zonación ingeniero-geológica propuesta anteriormente. Este hecho puede tener su explicación en que para la evaluación de la frontera de las zonas, no se contó con una distribución homogénea de las calas para el análisis de partida, al tiempo que la gran mayoría de ellas no sobrepasaban los 5 m de profundidad, lo que pudo traer aparejado dificultades en la interpretación de las Categorías Sísmicas propuestas en esa investigación.

Por esta razón, siguiendo un procedimiento similar al realizado para Santiago de Cuba; esto es, promediando las intensidades de las evaluaciones puntuales de los terremotos reportados en la ciudad de Guantánamo, se establecieron zonas de respuesta homogénea de efectos y se clasificaron en dos categorías solamente de tipo cualitativo: Favorable (se pronostican menores efectos) y Desfavorable (se pronostican mayores efectos). El esquema resultante se presenta en la Figura 5.2.

Al igual que para la ciudad de Santiago de Cuba, se recomienda que en próximos terremotos perceptibles que se reporten en la ciudad de Guantánamo, se realicen encuestas macrosísmicas dirigidas a precisar estos aspectos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A través del desarrollo de los Capítulos precedentes y de la discusión previa de lo que se presenta en cada uno de ellos, el autor considera que los Principales Resultados logrados justifican la importancia que tiene el estudio de los efectos producidos por los terremotos perceptibles y fuertes en Cuba, para la realización de cualquier evaluación sobre el carácter de la Sismicidad y el Peligro Sísmico en cualquier parte del territorio nacional..

Los Principales Resultados pueden ser enmarcados de la forma siguiente:

- Se presentó por primera vez, un Catálogo de Terremotos Perceptibles de Cuba (1528 - 1990) con parámetros espacio - energéticos asignados a cada uno de los 961 sismos propuestos, limpio de réplicas, preparado como Base de Datos Automatizada con un Programa para PC para facilitar su análisis espacio - temporal. Esto ha permitido hasta ahora su utilización directa en el Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas en las más recientes investigaciones de Sismicidad y Peligro Sísmico, toda vez que la concepción de este Catálogo permite su utilización desde diferentes enfoques sismotectónicos y metodológicos.
- Por primera vez también, se presentó el Atlas de Isosistas de Terremotos de Cuba (1528 - 1990), que en su conjunto incluye los mapas de isosistas de 196 sismos. Este Atlas ha permitido realizar valoraciones sobre la Atenuación Sísmica en términos de intensidad, lo cual actualmente en nuestras condiciones, es la única forma posible de hacerlo, toda vez que en Cuba no han funcionado sistemas especializados para el registro de terremotos fuertes.
- Se presentó el Mapa de Peligrosidad Sísmica de Cuba a escala 1:1 000 000, en términos de la Aceleración Horizontal Máxima (% g) para Perfiles de Suelos tipo S2, tiempos de vida útil $t = 50$ años y probabilidad de excedencia $P = 15$ %. Este mapa resume las investigaciones regionales realizadas más recientemente por el CENAIIS en las que participó el autor. Al mismo tiempo, por cumplir con los requerimientos que se solicitan para Proyectos Constructivos, fue aprobado para su utilización como soporte del Mapa de Zonificación Sísmica de Cuba con fines de Ingeniería en la Nueva Norma Sísmica Cubana, en cuya confección el autor también participó. Al igual que el anterior,

la escala de este mapa es 1:1 000 000.

- Con respecto a la Valoración Puntual de los Efectos de Terremotos Perceptibles y Fuertes, tan necesarias para las evaluaciones estructurales de Ingeniería Sísmica y para la validación de Esquemas de Microzonación Sísmica, se dieron las Recomendaciones Metodológicas correspondientes. Aún en los casos particulares de urbanizaciones carentes de definiciones de este tipo, pueden ser utilizadas para la proyección de la utilización óptima de suelos en zonas sísmicas, tal y como se documenta en los dos Estudios de Caso que se presentaron.

Se presentaron como Resultados Complementarios, el Mapa de Epicentros de Terremotos Perceptibles de Cuba (1528 – 1990), así como el Mapa de Intensidades Sísmicas Máximas Reportadas en Cuba (1502 – 1990), en los que se consideraron respectivamente, los epicentros presentados en el Catálogo y las áreas pleistosísticas de los terremotos más significativos que han afectado al país. Estos mapas permiten tomar un primer criterio sobre los niveles de peligrosidad sísmica a que está sometido el territorio nacional, especialmente con fines de proyección y planificación

De igual manera, se presentó la validación y valoración de los Parámetros de Atenuación Sísmica de las Zonas Sismogénicas de Cuba ($M \geq 5$) y zonas aledañas, los cuales pueden ser utilizados igualmente en la proyección de Obras de interés socioeconómico y en el análisis de variantes metodológicas para estudios de Peligrosidad Sísmica del país; así también, se realizó una valoración espacio - temporal de las réplicas de terremotos perceptibles y fuertes, de forma que le permitió al autor proponer una relación empírica entre la Magnitud del sismo y su Longitud de Ruptura para nuestra región, al tiempo que se dieron criterios sobre su utilización en la selección de Ventanas Temporales.

En el caso del archipiélago cubano la dependencia funcional de la Longitud del Area de Ruptura obtenida es

$$LR = - 28.9 + \exp (3.37 + 0.18 Ms)$$

que por su poca diferencia con otras de carácter general obtenidas con una mayor cantidad de información instrumental, avala los criterios utilizados de selección, ubicación y categorización energética de las réplicas de terremotos perceptibles y fuertes.

No queríamos dejar de destacar un aspecto importante en los Resultados obtenidos y es que en todo este trabajo se ha aplicado un único criterio de procesamiento y evaluación, lo que posibilita la realización de los diversos tipos de análisis sobre la Sismicidad y Peligro Sísmico con la precisión requerida. El autor considera que para garantizar el rigor y calidad de los análisis que se realizan utilizando este tipo de datos, éste debe ser realizado por la menor cantidad posible de especialistas.

Desde el punto de vista de la Prevención y Mitigación, estos Resultados constituyen una consulta obligada para la definición de los Planes contra Catástrofes, mientras que en este momento forman la base de trabajo para las Investigaciones de Peligrosidad y Microzonación Sísmica que realiza el Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas.

Finalmente, el autor quisiera señalar que una gran parte de los Resultados obtenidos de este trabajo, han sido utilizados satisfactoriamente para concluir las estimaciones de peligrosidad sísmica de las regiones occidental, oriental y central de Cuba, así como para determinar la Amenaza Sísmica como criterio en la proyección de importantes Obras Socioeconómicas de todo el país.

En consecuencia, se dan las siguientes Recomendaciones:

- Continuar utilizando el Catálogo de Terremotos Perceptibles en investigaciones sobre Sismicidad, Sismotectónica y Peligrosidad Sísmica en nuestra región, ya que sólo considerando la información que se propone en este Catálogo es posible extender los periodos de representatividad de las magnitudes de terremotos en Cuba y establecer mayor precisión en la potencialidad sísmica de las Zonas Sismogénicas, todo lo cual redundaría en estimados confiables de Peligrosidad Sísmica en nuestro país.
- Se debe continuar el estudio de la Sismicidad de las vecinas islas de Jamaica, Haití y República Dominicana, así como de las formas de generación de sismos fuertes en ellas, comenzado en este trabajo por la necesidad de analizar los sismos históricos reportados en la zona al Este-Sureste y Sur de la región oriental de Cuba
- Continuar la utilización de Encuestas Retrospectivas de Terremotos Perceptibles. Es de significar que la utilización como método de trabajo, por primera vez, de éstas con

carácter integrador en la preparación de un Catálogo para Cuba, permitió incrementar la cantidad de sismos conocidos, incluyendo el caso de que para algunos se pudo confeccionar su mapa de isosistas y de que en otros, permitió el completamiento y reevaluación de datos reportados anteriormente sin un trabajo de campo especializado.

- Continuar utilizando los parámetros validados de Atenuación Sísmica de las Zonas Sismogénicas Cubanas en la proyección de obras y en el análisis de variantes metodológicas para el estudio de la peligrosidad sísmica del país, en tanto se propongan nuevos Esquemas de Zonas Sismogénicas. En este sentido, se debe utilizar el programa para PC MACRO como elemento auxiliar del análisis de la atenuación, en tanto no se cuente con otros softwares más adecuados a estos fines.
- Utilizar otras formas geométricas como la lemniscata para ser incluidas en el Modelo de Atenuación Sísmica de nuestro territorio y tratar de realizar encuestas especiales en caso de terremotos perceptibles, dirigidas a la precisión de los coeficientes de las relaciones de atenuación, al tiempo que sirvan para probar el trazado de isolíneas utilizando métodos geoestadísticos introducidos en PC.
- Ajustar los coeficientes de la relación propuesta de Longitud de Ruptura LR , con la inclusión de una mayor cantidad de casos de datos instrumentales y de sismos de baja energía; esto considerando que como elemento principal para la obtenida, fueron tomados datos macrosísmicos. En el caso de la Ventana Temporal de Réplicas, por no haber sido posible establecer una relación semejante a la espacial se recomienda utilizar como una solución transitoria, la obtenida por Gardner y Knopoff.
- Utilizar en el área de ubicación de ciudades de relativa importancia, la Metodología para la Evaluación Puntual de la Intensidad Sísmica, ya que permite estimar las variaciones de este parámetro en una primera aproximación como una función del porcentaje de afectación que pueden sufrir las edificaciones, aún en aquellos casos en que no se cuente con una base ingeniero-geológica adecuada o no sea posible la realización de métodos instrumentales de microzonación sísmica. Se debe recordar que el éxito de la aplicación de este método para la proyección y utilización óptima de suelos en zonas sísmicas, está condicionado por un análisis profundo acerca de las características constructivas de las edificaciones y su distribución en el área de una ciudad, así como por la intensidad de los terremotos que se analicen.

No queríamos dejar de destacar un aspecto importante en los Resultados obtenidos y es que en todo este trabajo se ha aplicado un único criterio de procesamiento y evaluación, lo que posibilita la realización de los diversos tipos de análisis sobre la Sismicidad y Peligro Sísmico con la precisión requerida. El autor considera que para garantizar el rigor y calidad de los análisis que se realizan utilizando este tipo de datos, éste debe ser realizado por la menor cantidad posible de especialistas.

Desde el punto de vista de la Prevención y Mitigación, estos Resultados constituyen una consulta obligada para la definición de los Planes contra Catástrofes, mientras que en este momento forman la base de trabajo para las Investigaciones de Peligrosidad y Microzonación Sísmica que realiza el Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas.

Finalmente, el autor quisiera señalar que una gran parte de los Resultados obtenidos de este trabajo, han sido utilizados satisfactoriamente para concluir las estimaciones de peligrosidad sísmica de las regiones occidental, oriental y central de Cuba, así como para determinar la Amenaza Sísmica como criterio en la proyección de importantes Obras Socioeconómicas de todo el país.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- Acharya H. K.(1979): Regional variations in the rupture length magnitude relationships and their dynamical significance. En: Bull. Seism. Soc. Am., Vol. 69, No. 6.
- Ad-hoc Panel Meeting of Experts on updating of the MSK - 64 Seismic Intensity Scale (1981): Report, 10 - 14 March 1980. En : Gerl. Beitr. Geophys Vol. 90, No. 3, Viena.
- Alvarez, H. (1970): Sismicidad de Cuba. En: Atlas Nacional de Cuba, La Habana, pp. 20.
- Alvarez, H., Golubiatnikov, V. L., González, B. E., Lyskov, L.M., Mirzoev, K.M., Zapata, J.A. y Chuy, T.J.(1986): Microregionalización sísmica de la ciudad de Santiago de Cuba (Particularidades metodológicas y resultados preliminares). [en ruso]. En: Investigaciones Sismológicas, No.9, Moscú, pp. 89 - 99.
- Alvarez, J.L. (Inédito): Programa MAGFRE. Fondos del CENAIIS.
- Alvarez, J.L. (1985): Sismicidad de Cuba Oriental. [en ruso]. Tesis en opción al Grado de Candidato a Doctor en Ciencias Físico-Matemáticas. Instituto de Física de la Tierra, Moscú, 181 pp.
- Alvarez, J.L. (1995): Sacudida. Versión 2.0. Un Programa para la estimación de la Peligrosidad Sísmica. Editorial Academia, La Habana, 59 pp.
- Alvarez, J.L. y Bune, V.I. (1977): Estimación de la peligrosidad sísmica de la región suroriental de Cuba. [en ruso]. Noticias de la AC de la URSS, Fizika Zemli, No.10, pp. 54 - 67.
- Alvarez, J.L. y Bune, V. I. (1985): A computer program for Seismic Hazard Estimation. Proceedings of the 3rd International Symposium on the Analysis of Seismicity and Seismic Risk, Liblice Castle, Czechoslovakia, pp. 432 - 439.
- Alvarez, J.L. y Chuy, T.J. (1985): Iseismic Model for Greater Antilles. Proceedings of the 3rd International Symposium on the Analysis of Seismicity and Seismic Risk, Liblice Castle, Czechoslovakia, pp. 134 - 141.
- Alvarez, J.L., Chuy, T.J. y Cotilla, M. (1989): Seismic Hazard of Low Seismic Activity Zones. The case of Western Cuba. Proceedings of the 4th International Symposium on the Analysis of Seismicity and Seismic Risk, Bechyně Castle, Czechoslovakia, pp. 517 - 524.
- Alvarez, J. L., Chuy, T. J. y Cotilla, M. (1991): Peligrosidad Sísmica de Cuba. Una aproximación a la regionalización sísmica del Territorio Nacional. En: Geofísica, No. 35, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, México, pp. 125 - 150.
- Alvarez, J.L., Chuy, T.J., García, J., Moreno, B., Alvarez, H., Blanco, M., Expósito, O., González, O., y Fernández, A.I. (1999): An Earthquake Catalogue of Cuba and Neighboring Areas. IC / IR / 99 / 1 , Internal Report, UNESCO – IAEA – ICTP, Miramare, Trieste.
- Alvarez, J.L., Chuy, T.J., Rubio, M. y González, B.E. (1981): Estudio del Riesgo Sísmico y Microrregionalización Sísmica en Cuba. Construcciones en Zonas Sísmicas. En: Memorias del Symposium Riesgo Sísmico y Riesgo Volcánico, Instituto Italo - Latino Americano, Roma, Italia.

- Alvarez, L., Cotilla, M. y Chuy, T. J.(1989): Peligrosidad sísmica del área de ubicación del Centro de Investigaciones Nucleares (CIN). Reporte de Investigación. Fondos del CENAIIS.
- Alvarez, L., Cotilla, M. y Chuy, T.J. (1989): Intensidades máximas para períodos de recurrencia de 100 y 1000 años por datos sismológicos. Escala 1:2 000 000. En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba, Mapa 35, Sección Características Geofísicas.
- Alvarez, J.L., Rautian, T.G. y Chuy, T. J. (1983): Particularidades del campo macrosísmico y valoración de los posibles efectos macrosísmicos sobre el área de emplazamiento. Investigaciones de la sismicidad en zonas sísmicas de baja actividad (Cuba Central). [en ruso]. En: Resultados de Investigaciones en Proyectos Geofísicos Internacionales, Nauka, Moscú, pp. 86 - 96.
- Alvarez, J.L., Rubio, M., Chuy, T.J. y Cotilla, M.(1985): Estudio de la sismicidad de la región del Caribe y estimación preliminar de la peligrosidad sísmica en Cuba. Informe Final del Tema 31001. Reporte de Investigación. Fondos del CENAIIS y del Instituto de Geofísica y Astronomía.
- Alvarez, J.L., Serrano, M., Rubio, M., Chuy, T.J. (1984): El terremoto del 19 de febrero de 1976. Pílon, Región oriental de Cuba. En: Invest. Sism. Cuba, No. 5 , La Habana, pp. 5 - 60.
- Angulo, D. (1953): Catedral de Santiago de Cuba. En: Revista Arquitectura, Año XXI, No. 238, pp. 211 - 218.
- Anónimo (188_): Plano de Santiago de Cuba, Escala 1:21 000. Santiago de Cuba.
- Anónimo (1823): Plano de la ciudad de Santiago de Cuba, situada en las costa Sur de la Isla de su nombre a los 20 8' de latitud septentrional y 78 4' de longitud de París, Escala 1:5 000. Santiago de Cuba.
- Anónimo (1850): Croquis que incluye la tenencia de Gobierno de Bahía Honda. La Habana.
- Anónimo (1971): Earthquake History of Florida. En: Earthquake Information Bulletin (Posey, ed.), No. 3, pp. 28 - 29.
- Aptikaev, F.F., Knauf, V.I., Frunze, Mirzoev, K.M. y Shchukin, Yu.K. (1987): Seismic Zoning Methods in the URSS. Proceedings of the UNDRO/USSR/UNESCO/UNDP Training Seminar. Earthquake Prediction and Mitigation of Earthquake Losses, United Nations, pp. 73 - 84.
- Arango, E. (1996): Geodinámica de la región de Santiago de Cuba en el límite de las Placas de Norteamérica y el Caribe. Tesis en opción al Grado de Master in Science. Instituto Politécnico Nacional, México D.F. 111 pp.
- Archivo General de Indias (1669): Santiago de Cuba. Copia del original manuscrito existente en el Archivo de Indias (1662 - 1670). España.
- Askew, B.L., y Algermissen, S.T. (1985): Catálogo de Terremotos para América del Sur. Vol. 1: Descripción del Catálogo e Informes Nacionales. Proyecto SISRA, CERESIS, Perú, 191 pp.

- Bacardí, E. (1923): Crónicas de Santiago de Cuba. Santiago de Cuba.
- Barceló, G., Gonzalez, B.E., Cotilla. . y Chuy, T. J. (1984): Análisis de la fracturación de la región de Santiagode Cuba. En: Ciencias de la Tierra y el Espacio, Editorial Academia, No.8, pp. 17 - 28.
- Bard, P.Y., Durville, J.L., Méneroud, J.P. y Mouroux, P. (1990): Main features of the Seismic Microzoning Studies in France. Report presented at ESC Seismic Microzonation W.G. Meeting, Barcelona, 15 pp.
- Bausa, F. (1831): Santiago de Cuba, Escala 1:5 000. Santiago de Cuba.
- Belousov, T. P., Krestnikov, V. N. y Orbera, L. (1983): Investigaciones Neotectónicas de Cuba Central. Investigaciones de la sismicidad en zonas sísmicas de baja actividad (Cuba Central). [en ruso]. En: Resultados de Investigaciones en Proyectos Geofísicos Internacionales, Nauka, Moscú, pp. 19 - 32.
- Belousov, T. P., Krestnikov, V. N. y Shebalin, N. V., (1983): Delimitación de las zonas sismogeneradoras de Cuba Central y estimación de las magnitudes máximas. Investigaciones de la sismicidad en zonas sísmicas de baja actividad (Cuba Central). [en ruso]. En: Resultados de Investigaciones en Proyectos Geofísicos Internacionales, Nauka, Moscú, pp. 81 - 85.
- Ballatore, S. y Mezcuá, J. (1997): Recognition of foreshock - mainshock series for future earthquake location: application to spanish seismicity. Problemas de localización de Terremotos. En: Publicación Técnica No. 31, Instituto Geográfico Nacional, Madrid, España, pp. 5 - 10.
- Bolt, B. A. (1991): Seismicity and its importance in evaluation of Risk. En: Seismicity, Seismotectonics and Seismic Risk of the Ibero-Maghrebian Region. Monografía No. 8. Instituto Geográfico Nacional. España, pp. 303 - 312.
- Bonilla, M.G., Mark, R.D. y Lienkaemper, J.J. (1984): Statistical relations among earthquake magnitude, surface rupture length, and surface fault displacement. En: Bull. Seism. Soc. Am., Vol. 74, pp. 2379 - 2411.
- Borchardt, G. (1993): Preparation and Use of Earthquake Planning Scenarios. En: Strategic Aspects of Geological and Seismic Disaster Management and Disaster Scenario Planning, UNited Nations, New York-Geneva, pp. 155 - 160.
- Boytel, F. (1977): Carta de Sismicidad Histórica de Cuba. Instituto de Planificación Física. Santiago de Cuba.
- Brazee, R.J. (1978): Reevaluation of Modified Mercalli Intensity Scale using distance as determinant. NOAA Technical Memorandum EDS NGSDC-4.
- Bune, V.I. y Gorshkov, G.P. ed. (1980): Regionalización Sísmica del territorio de la URSS. [en ruso]. Nauka, Moscú, 307 pp.
- Callejas, J.M. (1795): Plano del Puerto de Cuba situado en la costa meridional de la Ysla de este nombre. Santiago de Cuba.

- Cantero, J.G. (1857): Los ingenios. Colección: Vista de los principales ingenios de azúcar de la Isla de Cuba. La Habana.
- Carrozzo, M. T., de Visintini, G. y Gorgetti, F. (1973): Focal depth of some italian earthquakes from macroseismic data. En *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, Vol. XV, No. 59, pp. 183 - 192.
- Chandra, U. (1979b): Attenuation of Intensities in the United States. En: *Bull. Seism. Soc. Am.*, Vol. 69, No.6, pp. 2003 - 2024.
- Chandra, U., Mc Whorter, J.G. y Nowroozi, A.A. (1979a): Attenuation of Intensities in Iran. En: *Bull. Seism. Soc. Am.*, Vol. 61, No. 1, pp. 237 -250.
- Chuy, T. J. (1980): Régimen Sísmico de la región suroriental de Cuba. En: *Invest. Sism. Cuba*, No. 1, La Habana, pp. 58 - 68.
- Chuy, T. J. (1982): Actividad sísmica de la provincia Holguín. En: *Invest. Sism.Cuba*, No. 2, La Habana, pp. 20-45.
- Chuy, T.J. (1983): Métodos de Microrregionalización Sísmica y su aplicación en Areas Pequeñas. En: *Invest. Sism. Cuba*, No.4, La Habana, pp. 69 - 86.
- Chuy, T. J. (1984): Datos Macrosísmicos de las Antillas Mayores. En: *Memorias del I Seminario Taller sobre Desastres Naturales, UNDRO - EMNDC*, La Habana, pp. 50 - 53.
- Chuy, T.J. (1987): Sismicidad Histórica de las Antillas Mayores. En: *Resúmenes del Primer Congreso Internacional sobre Desastres Naturales (ACC - MINSAP - Cruz Roja-EMNDC)*, La Habana, pp. 15 - 16.
- Chuy, T.J.(1988a): Influencia de las condiciones geológicas en la intensidad sísmica en la ciudad de Santiago de Cuba. En: *Mov. Tectonic. Recientes Cuba*, No. 2, ICGC, pp. 46 - 63.
- Chuy, T.J.(1988b): Sismicidad Histórica de Cuba. En: *Mov.Tectonic. Recientes Cuba*, No. 2, ICGC, pp. 64 - 66.
- Chuy, T. J. (1989a): Epicentros de terremotos por datos macrosísmicos (1551-1983). Escala 1:2 000 000. En: *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*, Mapa 33, Sección Características Geofísicas.
- Chuy, T. J. (1989b): Isosistas de terremotos. Escala 1:4 000 000. En: *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*, Mapas 34 (a - f), Sección Características Geofísicas.
- Chuy, T. J.(1989c): Epicentros de Terremotos (1766 - 1986). En: *Atlas de la provincia de Camagüey*, Hoja 16.
- Chuy, T. J. (1991a): Epicentros de Terremotos por datos macrosísmicos 1551 - 1988. En: *Atlas de la provincia Santiago de Cuba*, Hoja 10, Santiago de Cuba.
- Chuy, T.J. (1991b): Isosistas del Terremoto de 1932. En: *Atlas de la provincia de Santiago de Cuba*, Hoja 11-2, Santiago de Cuba.

- Chuy, T.J. (1991c): Isosistas del Terremoto de 1947. En: Atlas de la provincia de Santiago de Cuba, Hoja 11-3, Santiago de Cuba.
- Chuy, T.J. (1995): Atenuación Sísmica de las principales Zonas Sismogénicas de Cuba. Reporte de Investigación. Fondos del CENAIIS. Categoría de Mención en el X Forum Provincial de Ciencia y Técnica (Santiago de Cuba).
- Chuy, T.J. (1996a): Atlas de Isosistas de las Antillas Mayores. Reporte de Investigación. Fondos del CENAIIS. Categoría de Mención en XI Forum Nacional de Ciencia y Técnica.
- Chuy, T.J. (1996b): Mitigación del Riesgo Sísmico en la República de Cuba. IV Congreso Internacional sobre Desastres y I Conferencia Internacional de Bomberos, Noviembre 12 - 15, Palacio de las Convenciones, Ciudad Habana.
- Chuy, T.J. (1996c): Atenuación Sísmica en las Antillas Mayores. En: 3er Simposio Cubano de Geofísica (GPS - 18).
- Chuy, T.J. (1996d): Caracterización de las réplicas de terremotos significativos del archipiélago cubano. En: 3er Simposio Cubano de Geofísica (GPS - 19).
- Chuy, T. J. y Alvarez, L. (1984): Catálogo de Terremotos Fuertes ($I > VII$, MSK) de las Antillas Mayores. Reporte de Investigación. Resúmenes de la IV Jornada Científica del Instituto de Geofísica y Astronomía.
- Chuy, T.J. y Alvarez, J. L. (1988): Sismicidad Histórica de La Española. En: Comunicaciones Científicas sobre Geofísica y Astronomía, No. 16, La Habana, 12 pp.
- Chuy, T. J. y Alvarez, J.L. (1989): Sismicidad Histórica de Jamaica. Reporte de Investigación. Resúmenes de la V Jornada Científica del Instituto de Geofísica y Astronomía, A.C.C.
- Chuy, T.J. y Alvarez, J.L. (1995): Peligrosidad Sísmica de Cuba con fines de la Norma Sismorresistente Cubana. Reporte de Investigación. Fondos del CENAIIS. Categoría de Destacado en X Forum Nacional de Ciencia y Técnica.
- Chuy, T.J., Alvarez, J.L., Zapata, J.A., González, B.E. et al (1992): Investigaciones Sismológicas Complejas para el Complejo Hidroenergético Toa-Duaba. Reporte de Investigación. Fondos del CENAIIS y ENERGOPROYECTO.
- Chuy, T.J., Dzhuraev, R.V., Alvarez, J.L., Mirzoev, K.M. y Alvarez, H. (1988): Informe de las investigaciones macrosísmicas en el territorio de Cuba Oriental y en la región de emplazamiento de las variantes No.2 y 10 de la CEN de Holguín. Reporte de Investigación. Fondos del CENAIIS y del Instituto de Geofísica y Astronomía.
- Chuy, T. J. y González, B. E. (1980): Catálogo macrosísmico de la región occidental de Cuba. En: Invest. Sism. Cuba, No. 1. La Habana, pp. 18 - 32.
- Chuy, T.J., González, B. E. y Alvarez, J. L. (1983): Sobre la Peligrosidad Sísmica en Cuba. En: Invest. Sism. Cuba, No.4, La Habana, pp. 37 - 52.
- Chuy, T. J., González, B.E. y Escalona, S. (1980): Información macrosísmica de las provincias de Villa Clara, Cienfuegos y Sancti Spiritus. En: Invest. Sism. Cuba. No. 1, La Habana, pp. 33 - 57.

- Chuy, T. J., González, B. E. y Orbera, L. (1994): Seismicity and Seismic Hazard Assessment for Western Cuba. En: Geología y Minería, Vol. XI, No. 3, ISMMM, pp. 45 - 51.
- Chuy, T. J., González, B.E. y Polo, B. (1988): Algunos criterios sobre la peligrosidad sísmica de la región occidental de Cuba. En: Comunicaciones Científicas sobre Geofísica y Astronomía, No. 4, La Habana, 21 pp.
- Chuy, T.J., González, B.E. y Vorobiova, E., (1986): Sismicidad de las provincias Camaguey y Ciego de Avila (Cuba). [en ruso]. En: Investigaciones Sismológicas, No. 9, Moscú, pp. 5 - 25.
- Chuy, T. J. y Llanes, C. (1989): El Terremoto de San Cristóbal del 23 de Enero de 1880. Reporte de Investigación. Resúmenes de la V Jornada Científica del Instituto de Geofísica y Astronomía.
- Chuy, T. J., y Pino, O. (1982): Datos macrosísmicos de los terremotos en la provincia de Santiago de Cuba. En: Invest. Sism. Cuba, No. 1., La Habana, pp. 46 - 136.
- Chuy, T. J. y Rodríguez, M. (1980): La actividad sísmica de Cuba por datos históricos. En: Invest. Sism. Cuba, No. 1, La Habana, pp. 5 - 17.
- Chuy, T. J., Rubio, M. y Cotilla, M. (1985): Cálculo del riesgo sísmico para el archipiélago cubano". Informe Final del Estudio Especial 70006. Reporte de Investigación. Fondos del Instituto de Geofísica y Astronomía.
- Chuy, T. J., Vorobiova, E., González, B. E., Alvarez, L., Pérez, E. R., Serrano, M., Cotilla, M. y Portuondo, O. (1983): El sismo del 16 de diciembre de 1982, Torriente - Jagüey Grande, provincia Matanzas. En: Invest. Sism. Cuba, No.3, La Habana, 43 pp.
- Chuy, T. J., Zapata, J. A., González, B. E. y Milanés, S. (1982): Criterios Sismohidrogeológicos sobre la cuenca de Santiago de Cuba. En: Invest. Sism. Cuba, No. 2, La Habana, pp. 5 - 19.
- Chuy, T.J., Zapata, J.A. y Rubio, M. (1991): Isosistas del Terremoto de 1852. En: Atlas de la provincia de Santiago de Cuba, Hoja 11-1, Santiago de Cuba.
- Coello, F. (1853): Isla de Cuba, Escala 1:1 000 000. Madrid.
- Coffman, J. L. y von Hake, C. A. eds. (1973): Earthquake History of the United States. U. S. Department of Commerce. Publication 41-1.
- Compañía Cubana de Electricidad (1927): Plano de la ciudad de Santiago de Cuba, Escala 1:6 000, Santiago de Cuba.
- Cornell, C.A. (1968): Engineering Seismic Risk Analysis. En Bull. Seism. Soc. America, Vol. 58, No. 5, pp. 1583 - 1606.
- Cornell, C.A. y Martínez, H. A. (1974): Seismic risk analysis of Boston. Jour. Struc. Dir. Proceedings A. M. Soc. Civil Engineers, Vol. 101, pp. 2027 - 2043.

- Costa, G., Panza, G.F., Suhadolc, P. y Vaccari, F. (1993): Zoning of the Italian territory in terms of expected peak ground acceleration derived from complete syntetic seismograms. En: Jour. Applied Geoph., Vol. 30, pp. 149- 160.
- Cotilla, M., Alvarez, J.L., Chuy, T.J. y Portuondo, O. (1988): Peligrosidad Sísmica de Cuba (2). Algunos criterios sobre la peligrosidad sísmica en zonas de baja actividad del territorio de Cuba. En: Comunicaciones Científicas sobre Geofísica y Astronomía, No. 5, La Habana, 19 pp.
- Cuevas, J.L. (1992): Investigaciones Geofísicas Regionales Complejas para el Estudio de la Constitución Profunda de la Corteza Terrestre en la Región Central de Cuba. Reporte de Investigación. Fondos del Instituto de Geofísica y Astronomía.
- Cuevas, J.L. (1994): Caracterización de las Anomalías de la Gravedad en Cuba Centro Oriental y su utilización en Estudios de Tectónica y Sismicidad (inédito). Tesis en opción al Grado de Doctor en Ciencias Geofísicas. Instituto de Geofísica y Astronomía, La Habana, 146 pp.
- De los Rios, E. (1970): Nomenclator Geográfico y Toponímico de Cuba 1860 - 1872. Departamento Colección Cubana, Biblioteca Nacional José Martí, La Habana.
- Estorch, M. (1853): Apuntes para la historia sobre el terremoto que tuvo lugar en Santiago de Cuba y otros puntos el 20 de agosto de 1852 y temblores subsiguientes. Imprenta Espinal. Santiago de Cuba.
- Estorch, M. (1853): Segunda parte de los Apuntes para la historia sobre el terremoto que tuvo lugar en Santiago de Cuba y otros puntos el 20 de agosto de 1852. Folleto, Imprenta Cuba. Santiago de Cuba.
- Delgado, A.R. (1979): Apuntes. Editora Política. Pinar del Río.
- DHA (1994): Disasters around the World. A Global and Regional View. World Conference on Natural Disasters Reduction. Yokohama, Japón (DHA - 94 - 132).
- Fedotov, S.A. y Shumilina, L.S. (1971): Sacudibilidad Sísmica de la Kamchatka. [en ruso]. Noticias de la AC de la URSS, Fizika Zemli, No.9, pp. 3 - 15.
- Forment, C. E. (1953): Crónicas de Santiago de Cuba: Continuación de la obra de Emilio Bacardí. Santiago de Cuba.
- Gajardo, E., Quijada, P., Franke, M. y Kozuch, M. (1994): Validation of Seismic Hazard results using Historical and Instrumental Earthquake Catalogues. En: Proceedings of the Caribbean Conference on Natural Hazards: Volcanoes, Earthquakes, Windstorms, Floods. St. Anns, Trinidad and Tobago, pp. 176.
- García, A. (1989): Influencia de las estructuras geológicas en los efectos de los terremotos. Movimientos Fuertes del Suelo y Riesgo de Terremotos. En: Física de la Tierra, No.1, Universidad Complutense de Madrid, España, pp. 251 - 266.
- Gardner, J.K. y Knopoff, L. (1974): Is the secuencia of Earthquakes in Southern California with aftershoks removed, Poissonian?. En: Bull. Seism. Soc. Am., Vol. 64, No. 5, pp. 1363 - 1367.

- Gimenez, J. (1852): Bibiana o los terremotos de Cuba en agosto de 1852. Santiago de Cuba.
- Gitis, A., Alvarez, J.L., Chuy, T.J., Cotilla, M., Makarov, V.I. y Schukin, Yu.K. (1989): Estimation and Analysis Mmax of the Earthquakes of Caribbean and Middle America region with the help of the GEO Expert System. Proceedings of the 4th International Symposium on the Analysis of Seismicity and Seismic Risk, Bechyne Castle, Czchoslovaquia, pp. 128 - 137.
- Gitis, V.G., Alvarez, J.L., Chuy, T.J. y Cotilla, M. (1992): Magnitudes máximas de los terremotos en la región del Caribe determinadas con el Sistema de Expertos GEO. En: Reconocimiento de Elementos de Estructuras Espaciales, ICIMAF - IGA, Editorial Academia, pp. 40 - 52.
- Gomberg, J. (1995): Seismic Networks: The basics of Why, How and What we learn from them. En: Redes Sísmicas Regionales, Monografía No. 11, Instituto Geográfico Nacional, España, pp. 9 - 62.
- Gómez, L.O. (1994): Seismicity and Seismic Hazard in the Dominican Republic. En: Proceedings of the Caribbean Conference on Natural Hazards: Volcanoes, Earthquakes, Windstorms, Floods. St. Anns, Trinidad and Tobago, pp. 56 - 64.
- González, B.E. (1991): Estimación del Efecto Sísmico en la ciudad de Santiago de Cuba. Tesis en opción al Grado de Candidato a Doctor en Ciencias Geofísicas. Instituto de Geofísica y Astronomía, La Habana, 129 pp.
- González, B.E. (1997): Research Problems concerning Seismic Microzoning of Megacities in Cuba: The Cases of Santiago de Cuba and Havana. En: Research Reports on Earthquake Engineering, No. 62, pp. 15 - 26.
- González, B.E., Alvarez, J.L., García, J., Serrano, M., Sardiñas, V.H., Pérez, L.D. y Fernández, E. (1995): Informe sobre el sismo del 9 de marzo de 1995, Ganuza, San José de las Lajas. Reporte de Investigación, Fondos del CENAIIS.
- González, B. E. , Arango, E., Oliva, R., Chuy, T.J., Zapata, J.A., García, J., V. Rodríguez, Serrano, M., Ortega, L., Pérez, L.D., Llanes, C., de la Rosa, A.L. y Ballagas, B. (1998): Past, present and perspective research on Seismic Microzoning in the cities of Santiago de Cuba and Havana. International Research Project "Join Study on Seismic Microzonation in Earthquake Countries". Proceedings of the Workshop to Exchange Information, Tokyo Institute of Technology, Dec. 5, Nagatsuta.
- González, B. E. y Chuy, T. J. (1983): Actividad Sísmica de la provincia Pinar del Rio. En: Invest. Sism. Cuba, No.4, La Habana, pp. 53 - 68.
- González, B. E., Chuy, T.J., Alvarez, J.L., Rubio, M. et al (1994): Estudio Sismológico Regional Complejo de Cuba Centro Oriental para el emplazamiento de Objetivos Nucleares. Reporte de Investigación. Fondos del CENAIIS y del MINBAS.
- González, B.E., García, J. y Rodríguez, M. (1996): Statistical characteristics of the seismic sequence of the May 25, 1992 Cabo Cruz Earthquake (Southeastern Cuba). Reporte de Investigación. Fondos del CENAIIS.

- González, B.E., Mirzoev, K.M., Chuy, T.J. et al (1989): Microzonificación sísmica de la Ciudad de Santiago de Cuba. Comunicaciones Científicas sobre Geofísica y Astronomía, No. 15, La Habana. 25 pp.
- González, B.E., Sierra, L., Chuy, T.J. y Pérez, L.D. (1993): Investigaciones de Microzonificación Sísmica en Cuba. En: Memorias del Coloquio Franco Latinoamericano sobre Microzonificación Sísmica, Punta Cardón, Venezuela, pp. 84 - 93.
- González, B.E., Vorobiova, E., Chuy, T.J. y Alonso, D. (1987): State of the Art and Perspectives of Seismological Research in Cuba. En: Proceedings of the UNDR0 / USSR / UNESCO / UNDP Training Seminar, United Nations, pp. 303 - 310.
- Grunthal, G. ed.(1993): European Macroseismic Scale 1992 (up-dated MSK - Scale). Working Group Macroseismic Scales. European Seismological Commission. Luxembourg. 79 pp.
- Guash, F., Avich, B., Arango, E., Alvarez, H., Chuy, T.J., Vega, I., Oliva, R., Sierra, L., Díaz, R. y Zapata, J.A. (1992): El Terremoto de Cabo Cruz del 25 de Mayo de 1992. Valoración Integral. Reporte de Investigación. Fondos del CENAIS. Resúmenes del III Congreso Internacional sobre Desastres, La Habana, pp. 20.
- Guidoboni, E. y Stucchi, M. (1993): The contribution of historical records of earthquakes to the evaluation of seismic hazard. En: Annali di Geofísica, Vol. XXXVI, No. 3-4, pp. 201 - 215.
- Gutierrez Lanza, M. (1914): Conferencias de Sismología pronunciadas en la Academia de Ciencias de La Habana. Editorial Lloredo, La Habana.
- Hays, W. (1989): Aspectos fundamentales de la Geología y la Sismología y para la Microzonación Sísmica. Movimientos Fuertes del Suelo y Riesgo de Terremotos. En: Física de la Tierra, No. 1, Universidad Complutense de Madrid, España. pp. 217 - 250.
- Hernández, J.R., González, R. y Arteaga, F. (1989): Diferenciación estructuro - geomorfológica de la zona de sutura de la Microplaca Cubana con la Placa Caribe. En: Separata, Editorial Academia, 48 pp.
- Hernández, J. R., Chuy, T.J. y González, R. (1991): Influencia de las características morfoestructurales sobre la atenuación sísmica en Cuba sudoriental. En: Separata, Editorial Academia, 15 pp.
- Hollis, E.O. (1948): El problema de los terremotos en el hemisferio occidental. En: Boletín de la Unión Panamericana. pp. 33 - 48.
- Iñiguez, H.M., Acosta, R. y Viscaíno, I.A. (1975): Relación de los sismos en República Dominicana, 1551 - 1975. Instituto Geográfico Universitario, Universidad Autónoma de Santo Domingo, República Dominicana, 50 pp.
- Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía (1961): Plano Topográfico de Santiago de Cuba, Escala 1:7 500, La Habana.
- Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía (1968): Cuba, Escala 1:50 000. La Habana.
- Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía (1982): Mapa de la República de Cuba, Escala 1:250 000. Edición 1-1982 E-522. La Habana.

- Instituto de Planificación Física (1980): Plano de la ciudad de Santiago de Cuba, Escala 1:25 000. Santiago de Cuba.
- Ishihara, K.ed.(1993): Manual for Zonation on Seismic Geotechnical Hazards. Technical Committee for Earthquake Geotechnical Engineering, TC 4, ISSMFE.
- Iturralde-Vinent, M.A. (1988): Naturaleza Geológica de Cuba. Editorial Científico - Técnica, 146 pp.
- Jefferys, T. (1762): Plan of the City and Harbour of St. Yago de Cuba. A description of the spanish islands and settlements on the coast of the West Indies. Londres.
- Johston, A.C. y Halchuk, S. (1993): The seismicity data base for the Global Seismic Hazard Assessment Program. En: Annali di Geofísica, Vol. XXXVI, No. 3 - 4, pp. 133 - 151.
- Jover, J. (1917): Sismología de la Región Oriental de la República de Cuba. El Macrosismo del 27 de febrero de 1914. En: Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural Felipe Poey, Vol. II.
- Jurong, H. y Yuxian, H. (1991): Attenuation Laws considering the Randomness of Magnitude. En: Earthquake Research in China, Vol. 5, No. 1, SSB, China, pp. 17 - 56.
- Karnik, V. (1993): Principles and Problems of Assessment of Seismic Hazard. En: Strategic Aspects of Geological and Seismic Disaster Management and Disaster Scenario Planning, United Nations, New York - Geneva, pp. 39 - 52.
- Keilis-Borok, V.I. y Kossobokov, V.G. (1990): Premonitory activation of Earthquake Flow.
- Krestnikov, V.N. (1986): Geological Aspects of Earthquake Hazard. Proceedings of the UNDRO / URSS / UNESCO / UNDP Training Seminar, United Nations. pp. 6 - 28.
- Kuliev, F.T. (1970): Método directo estadístico de microrregionalización de territorios por datos macrosísmicos. [en ruso]. En: Cuestiones de Ingeniería Sísmica, Vol. 13, pp. 78 - 83.
- López, A., Martín A. J. y Mezcua, J. (1980): Terremoto de Andalucía. Influencia en sus efectos de las condiciones del terreno y del tipo de construcción. En: El terremoto de Andalucía del 25 de diciembre de 1984, Instituto Geográfico Nacional, Madrid, pp. 5 - 94.
- López, J. M. y Salord, R. El periodo sísmico Oranés de 1970 a la luz de la documentación de los Archivos Españoles. En: Monografía, No. 6, Instituto Geográfico Nacional, Madrid, España, 64 pp.
- Mann, P., Taylor, F. W., Edward, R. L. y Ku, J. (1995): Actively evolving microplate formation by oblique collision and sideways motion along strike-slip faults: An example from the northeastern Caribbean plate margin. En: Tectonophysics, No. 246, pp. 1 - 69.
- Martín, A. J. (1989): Problemas relacionados con la evaluación de la peligrosidad sísmica en España. Movimientos Fuertes del Suelo y Riesgo de Terremotos. En: Física de la Tierra, No.1, Universidad Complutence de Madrid, España, pp. 267 - 286.

- Mayer - Rosa, D. (1981): A computerized Method for the Evaluation of Seismic Intensity Data: Experience and Results for Earthquakes in Switzerland. En: Gerlands Beitr. Geophysik, Vol. 90, No. 3, pp. 231 - 240.
- Martínez-Fortún, J. A. (1930): Anales y Efemérides de San Juan de los Remedios. Remedios.
- Martínez-Fortún, J.A. (1948): Meteorología Histórica Cubana. Caibarién.
- Martínez-Fortún, J. A. (1958): Anales y Efemérides de San Juan de los Remedios (Continuación). Remedios.
- Martínez, L. (1964): Plano General de la ciudad de Santiago de Cuba y sus repartos. Escala 1:4 000. Santiago de Cuba.
- Mc Guire, R.K. (1976): Fortran Computer Program for Seismic Risk Analysis. Open File Rep. 76 - 67.
- Mc Guire, R.K. (1993a): Computations of Seismic Hazard. En: Annali di Geofísica, Vol. XXXVI, No 3-4, pp. 181-200.
- Mc Guire, R. K. ed. (1993b): The Practice of Earthquake Hazard Assessment. International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior and European Seismological Commission. IASPEI - UNESCO - IDNDR. 284 pp.
- Medvedev, S.V.(1968): Escala Internacional de Intensidad Sísmica. [en ruso]. En: Regionalización Sísmica de la URSS, Nauka, Moscú.
- Medvedev, S. V. (1973): Recomendaciones para la Microrregionalización Sísmica (RMS - 73). En: Cuestiones de Ingeniería Sísmica, Vol. 15, No. 3, pp. 6 - 34.
- Medvedev, S. V. ed. (1971): Recomendaciones para la Microrregionalización Sísmica. [en ruso]. Editorial Literatura para la Construcción, Moscú, 65 pp.
- Medvedev, S.V.ed.(1977): Microrregionalización Sísmica. [en ruso]. Nauka, Moscú.
- Medvedev, S. V. (1978): Determinación de la intensidad de los terremotos. [en ruso]. En: Cuestiones de Ingeniería Sísmica, Vol. 19, pp. 108 - 116.
- Mezcua, J. (1982): Catálogo General de Isosistas de la península Ibérica. En: Publicación 202. Instituto Geográfico Nacional, Madrid, 322 pp.
- Ministerio de la Construcción (1972): Norma Sísmica Cubana IP 26 A de Construcción Industrial. La Habana.
- Mirzoev, K.M. y Dzhueraev, R.V. (1985): Regularidades fundamentales de la atenuación de la intensidad de los terremotos de Tadzhikistan. [en ruso]. En: Terremotos de Asia Central y Kazajstan. Editorial Donish, Dushambe, pp. 99 - 128.
- Miyamura, S. (1976): Historical Development of Global Seismological Observations with Special Reference to the Middle American Earthquakes. Bulletin of the International Institute of Seismology and Earthquake Engineering, Vol 14.

- Mohraz, B. (1976): A study of Earthquake Response Spectra for different geological conditions. En: Bull. Seism. Soc. Am., Vol. 66, No. 3, pp. 915 - 933.
- Montoulieu, E. (1932): Sismología Mundial en 1931 y Notas sobre el terremoto de Santiago de Cuba de febrero 3 de 1932. En: Revista de la Sociedad Cubana de Ingenieros, Vol. XXIV, No.3, La Habana.
- Montoulieu, E. (1933): Informe de la Comisión nombrada para el estudio del terremoto de Santiago de Cuba, de febrero de 1932. En: Revista de la Sociedad Cubana de Ingenieros, Vol. XXV, No.1, La Habana.
- Montouliev, E. (inédito): Notas acerca de los terremotos ocurridos en Cuba. Fondos del CENAIIS.
- Moreno, B. y Chuy, T.J. (1996): SISMO: Sistema para el procesamiento y evaluación de Datos Macrosísmicos. Reporte de Investigación. Fondos del CENAIIS. Categoría de Mención en XI Forum Nacional de Ciencia y Técnica y 3er Simposio Cubano de Geofísica (GPS - 15).
- Muñoz, D. (1989): Conceptos básicos en riesgo sísmico. Movimientos Fuertes del Suelo y Riesgo de Terremotos. En: Física de la Tierra, No. 1, Universidad Complutense de Madrid. España, pp. 199 - 216
- Murphy, J.R. y Hewett, R.A. (1975): Analysis of Seismic Response in the city of Las Vegas, Nevada: a preliminary microzonation. En: Bull. Seism. Soc. Am., Vol. 65, No. 6, pp. 1575 - 1597.
- Murphy, J.R. y O'Brien, L.J. (1977): The correlation of peak ground acceleration amplitude with seismic intensity and others physical parameters. En: Bull. Seis. Soc. Am., Vol. 67, No.3, pp. 877 - 915.
- Morales, L. (1933): El terremoto de Santiago de Cuba del 3 de febrero de 1932. En: Revista de la Sociedad Cubana de Ingenieros, Vol. XXV, No.2, La Habana.
- Nazarov, A.G. y Shebalin, N.V. ed. (1975): Escalas Sísmicas y métodos de determinación de la Intensidad Sísmica. [en ruso]. Nauka, Moscú. 279 pp.
- Newmark, N.M. y Rosenblueth, E. (1971): Fundamentals of Earthquake Engineering. Prentice Hall, Inc., 640 pp.
- Norma Cubana (1984): Construcciones Sismorresistentes. Especificaciones de Proyecto y Métodos de Cálculo (NC 53 - 114. 1984).
- Oliva, R., Seisdedos, G., Pileta, J. y Zapata, J.A. (1989): Análisis ingeniero - geológico de la ciudad de Guantánamo y sus alrededores con fines de microrregionalización sísmica. Reporte de Investigación. Fondos del CENAIIS.
- Orbera, L., González, B. E., Chuy, T. J. et al (1990): Caracterización Sismológica del Area de Construcción del Centro de Investigaciones Nucleares. Reporte de Investigación. Fondos del CENAIIS y de la SEAN.
- Orbera, L., Ramirez, R., López, M., Arias, A., Marqueti, M. y Crespo, R. (1987): Las Investigaciones Sismotectónicas y la estabilidad de las construcciones energéticas en

Cuba. Reporte de Investigación. Resúmenes del Primer Congreso Internacional sobre Desastres Naturales, La Habana.

Pavlov, O.V. y Rogoshina, V.A. ed. (1984): Microrregionalización Sísmica. [en ruso]. Nauka, Moscú.

Periódico "Diario de la Marina", La Habana: 1852, 1880.

Periódico "El Triunfo", La Habana: 1852, 1880.

Periódico "El Guerrillero" , Pinar del Río: 1973.

Periódico "Gaceta de la Habana", La Habana, 1852.

Periódico "La Discusión", La Habana: 1880, 1914.

Periódico "La Verdad", New York: 1852.

Periódico "La Voz de Cuba", La Habana: 1880.

Periódico "Vocero Occidental" , Pinar del Río: 1957.

Pezuela, J.(1863): Diccionario geográfico, estadístico e histórico de la Isla de Cuba. La Habana.

Pichardo E. (1875): Isla de Cuba. Carta Geotopográfica, Escala 1:200 000. La Habana.

Pico, R. y Chuy, T.J. (1990): Macro. Sistema para el Procesamiento de Datos Macrosísmicos en la Región del Caribe. Memorias de Informática 90. La Habana. pp. 196 - 203.

Pirala, A. (1895): Bahía San Cristóbal y Guanajay, Escala 1:300000. La Habana.

Poey, A. (1855a): Tableau chronologique des tremblements de terre ressentis a l'ile de Cuba de 1551 á 1855. París.

Poey, A. (1855b): Supplement au tableau chronologique des tremblements de terre ressentis a l'ile de Cuba de 1551 á 1855. París.

Poey, A. (1887): Catalogue chronologique des tremblements de terre ressentis dan les Indes Occidentales de 1530 á 1887, accompagné d'une revue bibliographique contenant tous les travaux relative aux tremblements de terre des Antilles. París.

Popov, V.V. (1959): Criterios ingeniero - geológicos de la regionalización sísmica detallada. [en ruso]. En: Trabajos del IFT, No. 5 (172).

Posey ed. (1971): Earthquake Information Bulletin, No. 3.

Postpisch, D., Stucchi, M. y Bellani, A. (1991): Some ideas for a data bank of macroseismic data. En: Tectonophysics, No. 193, pp. 215 - 223.

Riznichenko Yu.V. (1965): De la actividad de los focos de terremotos ala sacudibilidad de la superficie terrestre. [en ruso]. En: Física Zemli, No. 11, Moscú.

- Riznichenko, Yu.V. ed.(1979): Sacudibilidad sísmica del territorio de la URSS. [en ruso]. Nauka. Moscú, 192 pp.
- Robinson, A. y Talwani, P.(1983): Building damage at Charleston, South Carolina, associated with the 1886 earthquake. En: Bull. Seism. Soc. Am., Vol. 73, No. 2, pp. 633 - 652.
- Rodríguez-Ferrer, M. (1876): Naturaleza y Civilización de la grandiosa Isla de Cuba. Primera Parte: Naturaleza (Tomo I). La Habana.
- Rotwain, I.M. (1991): Function on Earthquake Flow. Workshop on Non Linear Dynamics and Earthquake Prediction, ICTP. Italia.
- Rubio, M. (1982): Ocurrencia de Tsunamis en el Caribe. En: Invest. Sism. Cuba, No. 2, La Habana, pp. 170 - 180.
- Rubio, M. (1985a): The Assessment of Seismic Hazard for the Republic of Cuba. Tesis en opción al Grado de Candidato a Doctor en Ciencias Físicas y Matemáticas. Fondos del Instituto de Geofísica y Astronomía. 224 pp.
- Rubio, M. (1985b): The assessment of seismic hazards for the Republic of Cuba. Proceedings of the 3 rd International Symposium on the Analysis of Seismicity and Seismic Risk, Liblice Castle, Czchoslovaquia, pp. 424 - 431.
- Ruíz, J., Pico, R., Alvarez, J.L., Chuy, T.J. y Cotilla, M. (1992): Modelación matemática del pronóstico de magnitudes máximas de los terremotos en la región del Caribe. En: Reconocimiento de Elementos de Estructuras Espaciales, ICIMAF - IGA, Editorial Academia, pp. 81 - 101.
- Salterain,P. (1884): Ligera reseña de los temblores de tierra ocurridos en la isla de Cuba. Anales de la Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de la Habana, Tomo XXI, La Habana.
- Schenk, V. y Schenkova, Z. (1981): Relation between Intensity and Ground Motion Parameters. Review and Generalization. En: Gerlands Beitr. Geophysik, Vol. 90, No. 3, pp. 247 - 254.
- Schenkova, Z. y Prochazkova, D. (1981): Determination of Representative Intensity values of Individual Localities. En: Gerlands Beitr. Geophysik, Vol 90, No. 3, pp. 225 - 230.
- Schwartz, D. P. y Coppersmith, K. J. (1984): Fault behavior and characteristic earthquakes. Examples from the Wasatch and San Andreas fault zones. En: J. Geophys. Res., vol 89, No B7, pp. 5681 - 5698.
- Sharma, S. y Kovac, W.D. (1982): Preliminary microzonation of the Memphis, Tennessee, Area. En: Bull. Seism. Soc. Am., Vol. 72, No. 3, pp. 1011 -1024.
- Shebalin, N.V. (1968): Métodos de utilización de los datos ingeniero-sismológicos en la Regionalización Sísmica de la URSS. [en ruso]. Nauka, Moscú, pp.95 - 111.
- Shebalin, N.V. (1970): Acerca de la Base Macrosísmica de la Microrregionalización Sísmica. [en ruso]. En: Cuestiones de Ingeniería Sísmica, Vol. 13, pp. 188 - 198.

- Shteinberg, V.V., Zonina, Z.V., Pletkov, K.G. y Alek, P.A. (1973): Parámetros de las oscilaciones del suelo durante los terremotos de Daguestan de 1970. [en ruso]. En: Cuestiones de Ing. Sísmica, Vol. 15, pp. 116 - 129.
- Singh, S. y Ordaz, M. (1994): Sismicidad y Movimientos Fuertes en México: Una visión actual. En: Cuadernos de Investigación, No. 18, Centro Nacional de Prevención de Desastres, México.
- Smith, D.L., Bellini, J.J., Bartolini, T.J. y Lord, K.M. (1994): Significance of Caribbean and regional earthquake events in the determination of Seismic Attenuation and Hazard Assessment in Florida. En: Proceedings of the Caribbean Conference on Natural Hazards: Volcanoes, Earthquakes, Windstorms, Floods. St. Anns, Trinidad and Tobago, pp. 94 - 99.
- SNIP P - A 12 - 69 (1977): Reglas y Normas de Construcción (Construcción en regiones sísmicas). [en ruso]. Stroizdat, Moscú.
- SNIP II - 7 - 81 (1982): Reglas y Normas de Construcción (Construcción en regiones sísmicas). [en ruso]. Parte 2: Normas de Proyecto. Stroizdat, Moscú.
- Stucchi, M., Postpisch, D. y Slejko, D. ed. (1991): Proceedings of the Joint EGS-ESC-CEC Symposium Multidisciplinary Evaluation of Historical Earthquakes. XIII EGS General Assembly, Bologna, Italia, 1998. En: Tectonophysics, No. 193.
- Sulstarova, E. (1993): Seismic Hazard Assessment at National and Local Level in Albania. En: Strategic Aspects of Geological and Seismic Disaster Management and Disaster Scenario Planning, United Nations, New York - Geneva, pp. 59 - 68.
- Suyehiro, S. (1983): Procedures for the evaluation of predictions: Experience in Japan. Proceeding of the Seminar on Earthquake Prediction. Case Histories. UNDRO. Geneva, pp. 135 - 144.
- Taber, S. (1920): Jamaica Earthquakes and the Bartlett Trough. En: Bull. Seism. Soc. Am., Vol. X, No. 2, pp. 55 - 89.
- Taber, S. (1922a): The Seismic Belt in the Greater Antilles. En: Bull. Seism. Soc. Am., Vol. XII, No. 4, pp. 199 - 219.
- Taber, S. (1922b): The Great Fault troughs of the Antillas. En: Journal of Geology. Vol. 30, No. 2, pp. 89 - 114.
- Tomblin, J.M. y Robson, G.R. (1977): A Catalogue of Felt Earthquakes for Jamaica with references to others islands in the Greater Antilles, 1524 - 1971. En: Mines Geol. Division. Special Publ. Jamaica.
- Trifunac, M.D. y Brady, A.G. (1975): On the correlation of Seismic Intensity scales with the peaks of ground motion records. En Bull. Seism. Soc. Am., Vol. 65, No. 1, pp. 139 - 162.
- UNDRO (1978): Prevención y Mitigación de Desastres. Compendio de los conocimientos actuales. Vol. 3, Aspectos Sismológicos. Naciones Unidas, New York, 131 pp.

- Villa, M. (1933): Ponencia de la Subcomisión de Edificaciones sobre el terremoto del 3 de febrero de 1932 en Santiago de Cuba. En: Revista de la Sociedad Cubana de Ingenieros, Vol. XXV, No.3, La Habana.
- Viñas, S. (inédito): Datos sobre sismos perceptibles en la provincia de Santiago de Cuba. Fondos del Colegio Dolores. Santiago de Cuba.
- Viñes, B. y Salteraín, P. (1880): Excursión a Vuelta Abajo en ocasión de los fuertes temblores de tierra ocurridos en la noche del 22 al 23 de Enero de 1880. La Habana.
- Wiggings-Grandison, M.D. (1994): The earthquake of January 13, 1993, and implications for Earthquake Hazard in eastern Jamaica. En: Proceedings of the Caribbean Conference on Natural Hazards: Volcanoes, Earthquakes, Windstorms, Floods. St. Anns, Trinidad and Tobago, pp. 65 - 76.
- Wyss, M. (1979): Estimating maximum expectable magnitude of earthquake from fault dimensions. En: Geology, Vol. 7.
- Zahradnik, J., Cervený, V. y Bartak, V. (1981): Influence of geological factors on seismic ground - motions (Seismic Microzoning of Prague). En: Studia Geoph. et Geod., Vol. 25, No. 4, pp. 343 - 355.
- Zapata, J.A. (1997): Utilización de variantes metodológicas de Microzonificación Sísmica en la ciudad de Santiago de Cuba. Tesis en opción al Grado de Doctor en Ciencias Geofísicas. Fondos del CENAIIS y del Instituto de Geofísica y Astronomía.
- Zapata, J.A. y Chuy, T.J. (1992): Validación de la microzonación sísmica de la ciudad de Santiago de Cuba por las observaciones macrosísmicas de los terremotos. Reporte de Investigación del Instituto de Geofísica y Astronomía, Editorial Academia, 27 pp.

ANEXOS

ANEXO 1. Escala de Intensidades Sísmicas MSK-1978 (Modificada).

ANEXO 2. Breve caracterización de Investigaciones Macrosísmicas de Terremotos Significativos.

- El Terremoto del 23 de Enero de 1880.
- El Terremoto del 16 de Diciembre de 1982.
- El Terremoto del 20 de Agosto de 1852.

ANEXO 3. Catálogo de Terremotos Perceptibles de Cuba (1528-1990).

ANEXO 4. Efectos producidos por diferentes sismos en el territorio del archipiélago cubano.
(fotos).

ANEXO 5. Mapas de Isosistas de Terremotos que han afectado al archipiélago cubano.
(selección de casos).

ANEXO 6. Terremotos modelados con isosistas elípticas.

ANEXO 7. Parámetros resultantes de la modelación de una selección de terremotos utilizando el Programa MACRO para procesamiento de datos macrosísmicos.

ANEXO 8. Otros casos de valoración espacio-temporal de terremotos.

- Terremoto del 15 de Agosto de 1939.
- Terremoto del 26 de Noviembre de 1852.
- Terremoto del 20 de Agosto de 1852.

ANEXO 9. Estimados de Peligrosidad Sísmica de la Región Oriental utilizando Bases de Datos combinadas de datos macrosísmicos e instrumentales. Tomados de Chuy et al, 1992. Escala original 1:1 000 000.

ANEXO 10. Distribución en la ciudad de Santiago de Cuba de evaluaciones puntuales de terremotos.
(Selección de casos).

ANEXO 11. Distribución en la ciudad de Guantánamo de evaluaciones puntuales de terremoto. (Selección de casos).

ANEXO 12. Caracterización macrosísmica de terremotos significativos del archipiélago cubano.

ANEXO 1

ESCALA DE INTENSIDADES SISMICAS MSK-1978 (MODIFICADA)

Tomando en cuenta las recomendaciones planteadas en la Reunión de Expertos para el mejoramiento de las escalas sísmicas de Jena, en Marzo de 1980 (Report on the Ad-hoc Panel Meeting of Experts on Up-dating of the MSK-64 Seismic Intensity Scale. Gerlands Beitr. Geophysik, Leipzig, v. 90, no. 3 [1981]), respecto al enfoque de algunos términos de los diferentes grados de intensidad, así como sus condiciones con respecto a edificios con medidas antisísmicas, resultó la escala MSK-1978 (Modificada).

1. Clasificación adoptada en la escala.

1.1 Tipos de construcciones (edificaciones sin medidas antisísmicas).

A- Edificios de piedra picada, construcciones rurales, casas de adobe, casas de arcilla.

B - Edificios de ladrillo corriente, construcciones enmaderadas, edificios de piedra natural labrada.

C - Edificios de hormigón armado prefabricado, construcciones de paneles grandes prefabricados, construcciones de madera bien fabricadas.

1.2 Definición de cantidad.

Aislados, pocos: alrededor del 5 %.

Muchos: alrededor del 20 %.

La mayoría: alrededor del 55 %.

1.3 Clasificación de los daños en las edificaciones.

Grado1: Daños ligeros, grietas finas en la cubierta (repello), caída de pequeños pedazos de repello.

Grado 2: Daños moderados, grietas pequeñas en las paredes, caída de tejas, grietas en las chimeneas, caen partes de las chimeneas.

Grado 3: Daños considerables. Grietas largas y profundas en las paredes, caída de chimeneas.

Grado 4: Destrucción. Rajaduras en las paredes, partes de los edificios son colapsados, partes aisladas de las construcciones pierden su cohesión, las paredes interiores y los marcos son colapsados.

Grado 5: Destrucción total. Colapso del edificio.

1.4 Orden de la escala.

- a) Personas y sus alrededores.
- b) Estructuras.
- c) Naturaleza.

2. Grados de Intensidad.

I. Imperceptible.

- a) La intensidad de las vibraciones está por debajo del límite de la sensibilidad humana; detectado y registrado solo por sismógrafos.
- b) -----
- c) -----

II. Apenas perceptible (muy leve).

- a) El sismo es sentido por pocas personas descansando en sus casas, especialmente en los pisos altos de los edificios.
- b) -----
- c) -----

III. Débil.

- a) El sismo es sentido por pocas personas en el interior de sus casas y a cielo abierto solo en condiciones favorables. Los observadores atentos notaran un leve balanceo de los objetos colgados y algo más fuerte en los pisos altos.
- b) -----
- c) -----

IV. Considerablemente sentido.

- a) El sismo es sentido por muchas personas en el interior de sus casas y por pocas a cielo abierto. En algunos lugares se despiertan los durmientes, pero nadie se asusta. La vibración es moderada. Vibran las puertas, ventanas y vajillas. Los pisos y paredes crujen. Trepidan los muebles, los objetos que cuelgan se balancean suavemente. Sentido en los carros con el motor apagado.
- b) -----
- c) -----

V. Fuerte.

- a) El sismo es sentido por la mayoría en el interior de las casas y muchos a cielo abierto. Muchas personas durmiendo se despiertan. Algunos corren al exterior. Los animales se inquietan. Se estremece el edificio. Los objetos colgados se balancean fuertemente. Los cuadros se salen de sus sitios. Ocasionalmente se detienen los relojes de péndulo. Objetos no fijos se vuelcan o se mueven del lugar. Las puertas y ventanas entreabiertas se abren de par en par y se cierran de nuevo bruscamente. Los líquidos se derraman en pequeñas cantidades de vasijas abiertas llenas hasta el borde. La vibración es fuerte, semejante a la caída de objetos pesados dentro del edificio.
- b) Son posibles daños de grado 1 en algunos edificios tipo A.
- c) En algunos casos cambia el brotante de los manantiales.

VI. Daños ligeros.

- a) Sentido por la mayoría de las personas en el interior y exterior de las edificaciones. Muchas personas en el interior de los edificios se asustan y corren hacia afuera. Algunas personas pierden su estabilidad. Los animales domésticos corren fuera de sus refugios.

En algunos casos se pueden romper la losa y otros objetos de vidrio. Los libros se caen. Los muebles pesados pueden moverse y las campanas pequeñas de los campanarios pueden sonar.

b) Daños de grado 1 en edificios aislados de tipo B y en muchos de tipo A. Daños de grado 2 en algunos edificios de tipo A.

c) En algunos casos pueden aparecer grietas de hasta 1 cm de ancho en terrenos húmedos. En las montañas ocurren ocasionalmente deslizamientos de tierra. Se observan cambios en el brotante de los manantiales y el nivel de agua de los pozos.

VII. Daños en los edificios.

a) Muchas personas se asustan y corren al exterior. Muchas personas se mantienen de pie con dificultad. Las vibraciones las sienten las personas que conducen vehículos. Suenan las campanas grandes.

b) En muchos edificios de tipo C se producen daños de grado 1 y en muchos edificios de tipo B daños de grado 2. Muchos edificios de tipo A sufren daños de grado 3 y algunos de grado 4. En algunos casos ocurren deslizamientos en las pendientes escarpadas de caminos transitables, grietas aisladas en las carreteras y tapias de piedras.

c) Se forman ondas en las superficies del agua, la cual a su vez se torna turbia por revolverse el limo. Varían los niveles de las aguas de los pozos y el brotante de los manantiales. En algunos casos aparecen nuevos manantiales o dejan de brotar los que ya existen. En casos aislados ocurren deslizamientos en las orillas arenosas de los ríos.

VIII. Destrucción de edificios.

a) Alarma general, algunas personas muestran pánico. Las personas que conducen vehículos se alarman. En algunos lugares se quiebran las ramas de los árboles. Los muebles pesados se mueven y algunos se vuelcan. Parte de las lámparas suspendidas se dañan.

b) Muchos edificios de tipo C sufren daños de grado 2 y en algunos casos de grado 3. En muchos edificios de tipo B daños de grado 3, en algunos casos de grado 4. En muchos edificios tipo A daños de grado 4 y en algunos casos de grado 5. Los memoriales y monumentos se mueven y rotan. Los muros de piedra se colapsan.

c) Pequeños deslizamientos de tierra en hoyos ó excavaciones y sobre las orillas de los caminos de pendientes escarpadas. Aparecen nuevos depósitos de agua. En algunos casos los pozos secos pueden llenarse de agua o los llenos secarse. En muchos casos cambia el brotante de los manantiales y el nivel del agua de los pozos.

IX. Daño general de edificios.

a) Pánico general. Daños considerables en los muebles. Los animales corren.

b) Muchos edificios de tipo C sufren daños de grado 3 y algunos de grado 4. Muchos edificios de tipo B muestran daños de grado 4 y algunos de grado 5. Muchos edificios de tipo A sufren daños de grado 5. Los monumentos y las columnas se caen. Las presas pueden mostrar daños considerables. En casos aislados los raíles del ferrocarril se curvan y se dañan las carreteras.

c) En las planicies inundadas de agua es frecuente que se observe arena y limo. El ancho de las grietas en el terreno alcanzan hasta 10 cm, en pendientes y orillas de los ríos sobrepasan esta cifra; además de un gran número de pequeñas grietas en el terreno, caída de rocas, muchos derrumbes y deslizamientos de tierra. Aparecen grandes ondas en la superficie del agua.

X.- Destrucción general de edificios.

b) Muchos edificios de tipo C sufren daños de grado 4 y algunos de grado 5. Muchos edificios de tipo B muestran daños de grado 5. La mayoría de tipo A se colapsan. Las presas, diques y puentes pueden mostrar daños de severos a críticos. Los raíles del ferrocarril se curvan ligeramente. Las calles pavimentadas y asfaltadas muestran ondulaciones.

c) El ancho de las grietas en el terreno alcanzan varios decímetros, algunas veces llegan hasta 1m. Aparecen grietas anchas paralelas a las corrientes de agua. Deslizamientos de rocas sueltas en pendientes escarpadas. Son posibles grandes derrumbes en las orillas de los ríos y en las costas escarpadas. En las regiones ribereñas se mueven las arenas y el limo, se desborda el agua de los canales, lagos, ríos, etc. Aparecen nuevas lagunas.

XI. Catástrofe.

b) Destrucción de la mayoría de los edificios de tipo C y colapso de muchos del mismo tipo, así como puentes bien contruidos y presas pueden ser destruidos, y los raíles del ferrocarril se curvan grandemente, se tuercen. Se inutilizan las carreteras.

c).El terreno se fractura considerablemente por grietas anchas y fisuras así como por movimientos en las direcciones horizontal y vertical. Numerosos derrumbes y caída de rocas. La intensidad del terremoto requiere ser investigada especialmente.

XII. Cambios en el relieve.

b)Prácticamente todas las estructuras arriba o debajo del terreno son fuertemente dañadas o destruidas.

c)Cambios radicales en la superficie terrestre. Se observan grietas considerables en el terreno con amplios movimientos verticales y horizontales. Caída de rocas y hundimiento en las orillas de los ríos en áreas extensas, los lagos son estancados, aparecen cascadas y los ríos son desviados. La intensidad del terremoto requiere ser investigada especialmente.

3. Características de las intensidades sísmicas.

Intensidad	A cm/seg²	V cm/seg	Xo mm
VI	50	5	2.5
VII	100	10	5.0
VIII	200	20	10.0
IX	400	40	20.0

Donde A es la aceleración del terreno para períodos entre 0.1-0.5 seg; V es la velocidad de las oscilaciones del terreno para períodos entre 0.5 - 2.0 seg; Xo es la amplitud del movimiento del centro de masa de un péndulo con autoperíodo de 0.5 seg y decremento logarítmico de 0.5 (8% de la amortiguación crítica). La tabla presenta los valores medios de A, V, Xo, los cuales tienen una dispersión del 50%.

4. Tipos de edificios y grados de los daños ocasionados por terremotos de diferentes intensidades.

Intensidad (en grados)	Tipo de edificios		
	A	B	C
V	pocos 1		
VI	muchos 1	aislados 1	
VII	muchos 3	muchos 2	muchos 1
VIII	muchos 4	muchos 3	muchos 2
	pocos 5	pocos 4	pocos 3
IX	muchos 5	muchos 4	muchos 3
		pocos 5	pocos 4
X	la mayoría 5	muchos 5	muchos 4
			pocos 5
XI			la mayoría 4
			muchos 5

5. Evaluación de los daños en estructuras antisísmicas.

Se presentan los daños en edificaciones tipo B y C con medidas antisísmicas para los grados VII, VIII y IX.

a) Definición de cantidad .

Aislados, pocos	5 %
Algunos	25 %
Muchos	50 %
La mayoría	75 %
Todos, más del	99 %

b) Clasificación de los daños en las edificaciones.

Daños ligeros	1
Daños moderados	2
Daños sustanciales	3
Daños considerables	4
Destrucción	5
Colapso total	6

c) Cantidad y grados de daños en estructuras antisísmicas ante sismos de grado VII - IX.

Intensidad (en grados)	Tipo de estructura antisísmica							
	B VII	C VII	B VIII	C VIII	B IX	C IX	B IX	C IX
VII	5%	1						
VIII	5%	2	5%	1	5%	1		
	25%	1						
IX	5%	3	5%	2	5%	2	5%	1
	25%	2	25%	1	25%	1		
	50%	1						
X	5%	5	5%	4	5%	4	5%	3
	5%	4	25%	3	25%	3	25%	2
	50%	3	50%	2	50%	2	50%	1
	75%	2	75%	1	75%	1		
	99%	1						

ANEXO 2

BREVE CARACTERIZACION DE INVESTIGACIONES MACROSISMICAS DE TERREMOTOS SIGNIFICATIVOS

EL TERREMOTO DEL 23 DE ENERO DE 1880

En la región occidental de Cuba, a pesar de ser una zona de baja actividad, se han reportado sismos de relativa importancia. El más destructor de estos, ocurrió el 22 de enero de 1880 a las 23:10 Hora Local (04:39 UT del día 23), en la ZS Pinar 1 y afectó fundamentalmente la zona de San Cristóbal - Candelaria, en la que se señalan pérdidas materiales de consideración. Sin embargo, no fueron menores los daños en la zona de Bahía Honda - Cabañas, en la que una gran parte de las edificaciones de los ingenios azucareros se afectaron estructuralmente.

La descripción detallada de este terremoto fue consignada por muchos cronistas de la época; unos señalando la importancia de los daños en la provincia de Pinar del Río (Taber, 1922 a,b; Salterain, 1884; Viñes y Salterain, 1880; Periódico "La Voz de Cuba", 1880; Periódico "El Triunfo", 1880; Periódico "Diario de la Marina", 1880, Periódico "La Discusión", 1880); otros más recientemente para incluirlos en reseñas de la sismicidad de Cuba occidental (Martínez - Fortún, 1948; Montoulieu, 1968; Chuy y González, 1980; Chuy, González y Polo, 1988; Chuy y Rodríguez, 1980; González y Chuy, 1983). En particular, Viñes y Salterain realizaron un recorrido por la región más afectada unos días más tarde y sus observaciones acerca de los daños producidos en los sitios visitados, son el testimonio más completo entre todos los que a este sismo hacen referencia.

Una primera versión de las evaluaciones realizadas acerca de la forma en que los estremecimientos afectaron esta región la presentaron Chuy et al (1988) junto a un mapa preliminar de sus isosistas. Este último aparece en versión final en el Nuevo Atlas Nacional de Cuba (Chuy, 1989).

De acuerdo con la información recopilada, el área pleistósica de este terremoto abarcó por el Oeste hasta el cabo de San Antonio, aunque Hollis (1948) afirma que se sintió en parte de México y aunque no especifica en qué lugares, el autor supone que sea, al menos en la parte extrema de la península de Yucatán. Por el Este, fue reportado hasta Cienfuegos con un "movimiento que parecía de oscilación principalmente, con alguna trepidación y su procedencia del NNW" (periódico "La Voz de Cuba", 1880); aunque esta misma fuente lo reporta como un "temblor ligero".

Al Sur el señalamiento más significativo es de la actual Isla de la Juventud, en Nueva Gerona y Santa Fe. Al Norte se reportó hasta en Cayo Hueso en La Florida (Anónimo, 1971; Hollis, 1948; Coffman y von Hake, eds., 1973) con bastante intensidad, lo cual fue consignado también en nuestra prensa escrita (Periódico "La Voz de Cuba", 1880).

Para ubicar en un mapa las evaluaciones de intensidad sísmica realizadas, por localidades, de acuerdo con la escala MSK, al autor le fue necesario consultar esquemas y mapas confeccionados en los alrededores del año 1880 (Pirala, 1895; anónimo, 1850; Pichardo, 1850) y realizar recorridos de campo con Investigadores de los Museos Municipales de Candelaria (Jorge Freddy Ramírez), San Cristóbal (Lazaro Fiallo) y Bahía Honda (Alfredo González). Estos especialistas, además de brindar su apoyo en la señalización de localidades, nos ayudaron a identificar y clasificar estructuras de aquella época (casas, puentes, ruinas,

etc). Con este mismo objetivo fuimos auxiliados por el Dr. Carlos Llanes del Centro de Estudio de las Construcciones y Arquitectura Tropical (CECAT del ISPJAE).

Sistema Constructivo empleado en la Zona Epicentral durante el siglo XIX.

En general, en la zona San Cristóbal - Candelaria - Bahía Honda - Mariel se distinguen 3 tipos de edificaciones de mampostería, las cuales se diferenciaban básicamente por las características de sus muros.

La primera de ellas y más abundante en el territorio, era a base de muros de "mocorrero" (moco de herrero), formada por rocas de estos lugares que se caracterizan por su alto contenido ferroso. Estas rocas se iban fijando por medio de un mortero, conformando muros de hasta 50 cm de espesor y en algunos casos mayor; utilizando entre los muros columnas cuadradas de madera de una sola pieza de 25x25 cm. Sobre los muros aparecían vigas de madera de dimensiones similares conformando marcos cerrados para aumentar la rigidez a los muros; aunque no colocaban "puñales" en las columnas que le garantizaran a la pared su unión con ellas, cosa que provocaba en ocasiones su separación por completo de la pared al fallar la unión entre viga y columna.

La cubierta de estas edificaciones estaba formada por una estructura de viguetas de madera y tablazón del mismo material. Con frecuencia la madera utilizada era pinotea virgen, aunque en algunos casos se empleaba cedro. En estas casas los dinteles de las puertas y ventanas eran, en todos los casos de madera. Para evitar que las vigas (soleras) se separaran, se colocaban en las esquinas de la cubierta unas vigas pequeñas o "cuadrales", que funcionaban como tensores, suministrándole una mayor rigidez a la edificación. Los puntales tenían alrededor de 3 m aproximadamente.

El segundo tipo de edificación utilizada desde principio del siglo XIX, tenía sus muros contruidos con piedras calizas colocadas con mortero. Sus muros tenían también espesores de entre 50 y 60 cm, y puntales de más de 3 metros. En este caso, utilizado mayormente en la construcción de los cafetales de la zona entre Candelaria y Cabañas en los que abunda la piedra caliza, no aparecen las columnas de madera en las esquinas ni intermedios de los muros. Las cubiertas eran similares a las anteriores viviendas de "mocorrero" y al igual que aquellas utilizaban como soladura tejas de "cola de castor" para impermeabilizar la cubierta de las edificaciones.

El tercer tipo comprende edificaciones que utilizaban muros de ladrillos de dos tipos 30x14x14 cm y 30x13x5,5 cm, producidos en un tejear local de un alemán de apellido Kessel. Estas construcciones también tenían muros gruesos, aunque de dimensiones un poco menores que las anteriores (aproximadamente 40 cm). Los ladrillos se colocaban utilizando morteros y el acabado de las paredes era mejor. Presentaban además dinteles de madera sobre las puertas y ventanas, aunque en ocasiones se utilizaban dinteles en forma de arcos. No utilizaban columnas de madera como las de "mocorrero", aunque sí sus cubiertas eran semejantes.

Es de señalar que en algunos casos se utilizaban los ladrillos combinados con rocas para disminuir el costo de la construcción, aumentándose el espesor de los muros hasta 90 cm y empleando ladrillos para los dinteles. Este tipo combinado de ladrillos con rocas se utilizaba también en las construcciones militares como el castillo de San Fernando de Bahía Honda.

Todas esas construcciones adolecían de un punto débil con el tiempo, que era su cubierta. Por lo general la tablazón que queda en contacto directo con el relleno de la azotea, se pudre apreciablemente y llega a caerse el tramo entre vigas. En ocasiones quedaba visible el

enrajonado que se autosoporta; aunque otras veces se caían también las soladuras y el relleno, permitiendo observar el exterior a través de la abertura. Al podrirse la tablazón se afecta la zona superior de las viguetas de maderas, que también se podría hasta cierta profundidad aún cuando la parte inferior podía estar en perfectas condiciones. También, solía afectarse apreciablemente el tramo de vigueta que le sirve de apoyo y que se introduce en el hueco de la pared llamado "fognadura", por lo que en ocasiones unas viguetas estaban más bajas que las otras, debido al fallo parcial y aplastamiento de la madera en el apoyo. Por último, estos sistemas constructivos podían ser atacados por el comején, dejando una apariencia de elementos en buen estado y sin embargo, estar destruidos en su interior.

Con respecto a los puentes, unos eran construidos con pilares de mampostería de piedra con mortero. Para la construcción de estos pilares se utilizaban con frecuencia encofrados, vertiéndose en ellos la mezcla de mortero con piedras pequeñas redondeadas. Los pilares construidos de esta forma tenían alrededor de 4 m de ancho y un espesor de aproximadamente un metro.

Otro tipo de pilar que se usaba para los puentes, eran baterías de pilotes de madera dura de una sola pieza, los cuales se hincaban hasta la profundidad requerida según el puntal necesario para el puente.

De ambos tipos de puentes, los primeros eran los más rígidos y más flexibles los segundos. Un ejemplo del primer tipo es el antiguo puente Pedroso de la localidad de San Cristóbal, en el que estaba situada una máquina (la Calórica para producir vapor con el fin de abastecer a las locomotoras de la época. En el caso de los ingenios del siglo XIX, los de la zona Norte (Bahía Honda - Cabañas) utilizaban ladrillos un poco más gruesos que los de la zona San Cristóbal - Candelaria.

En la localidad de Mariel, las viviendas del siglo XIX presentaban las mismas características estructurales de San Cristóbal-Candelaria y Bahía Honda, aunque en muchas de ellas los muros se construían con piedra caliza y con pedazos de ladrillos, tejas, etc. unidas con mortero. En algunos casos se obviaban las columnas de madera, aunque se mantenía el espesor de muros de 50 cm.

Debemos destacar que todas las construcciones de mampostería de la región Candelaria - San Cristóbal- Bahía Honda - Mariel del siglo XIX, poseen una aceptable rigidez y pueden enmarcarse en el tipo B de construcciones que aparece en la Norma Cubana de Análisis Sismoresistente NC 53-114:84, coincidente con la Escala MSK.

Cantidad de edificaciones por tipos en el comienzo de la segunda mitad del siglo pasado (Pezuela, 1863) de algunas localidades afectadas por el terremoto del 23 de enero de 1880.

LOCALIDADES	TIPO DE EDIFICACION							TOTAL	CANTIDAD POR ESCALA MSK		
	1	2	3	4	5	6	7		A	B	C
San Cristobal	3	1	138	144	39	62	60	447	305	142	-
Candelaria	-	-	9	1	2	42	-	54	45	9	-
Consolación de Sur	-	-	6	765	170	828	800	2569	2563	6	-
Mangas	-	-	16	13	80	54	101	264	248	16	-
Pinar del Río	8	18	88	472	528	2657	3501	7272	7158	114	-
Bahía Honda	-	-	9	36	-	36	-	81	72	9	-

Tipos de edificaciones

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1.Mampostería (alta) | 5.Tabla y guano |
| 2.Mampostería (zaguán) | 6.Embarrado y guano o embarrado y teja |
| 3.Mampostería (baja) | 7.Guano y yagua o yagua y guano |
| 4.Tabla y tejas | |

Nota: El tipo 4 de edificación se clasificó por el autor como A.

Afectaciones producidas por el Terremoto del 23 de enero de 1880.

Como se ha señalado anteriormente, este terremoto afectó una zona extensa de la región occidental del país, lo cual se observa en el territorio que cubre el área pleistósica perfectamente (ver mapa en el ANEXO 5).

La información macrosísmica recopilada y señalada anteriormente, se evaluó utilizando la escala MSK. Las intensidades sísmicas de las localidades en las que se señalaron reportes, se presentan en este mismo epígrafe. Para la zona epicentral se tuvo en cuenta, además, una valoración cualitativa de las edificaciones para su clasificación por la escala MSK, de acuerdo con las cantidades y tipo señalados por Pezuela (1863).

Debemos señalar que las cantidades por cada tipo de construcción, corresponden a cerca de 20 años antes de que este sismo ocurriera. No obstante, es opinión del autor que hasta el año 1880 no deben haber variado mucho estas cifras.

La descripción de los daños es más explícita en las localidades de San Cristóbal y Candelaria, así como en los ingenios cercanos a Bahía Honda y Cabañas, gracias al recorrido realizado por Viñes y Salteraín (1880) en los días siguientes al terremoto. En particular en la localidad de San Cristóbal, este sismo produjo el derrumbe de la Casa Cuartel, de la Cárcel (ambas de muros de mocrero), así como el de la casa de Humara, la de Gobierno, la Estación Telegráfica, la Casa Consistorial; aunque en general se señala en todas las fuentes de datos consultadas, que todas las construcciones de mampostería sufrieron considerablemente, entre ellas la Iglesia, cuyo pórtico se derrumbó también y que en general el pueblo presenta un aspecto desolador por las afectaciones. Viñes y Salteraín (1880) señalaban que en su examen de las edificaciones observaron muchos edificios destruidos, los techos derrumbados, paredes cuarteadas (y abiertas, e inclinadas), horcones removidos o vencidos, viguetas rendidas o movidas de sus asientos, muebles en confuso desorden, estantes derribados, aparadores zarrandeados y rotas las vajillas en su interior, cajas de hierro pesadas separadas de sus asientos y de las paredes donde se apoyaban. Más aún, el resumen del Informe de los Ingenieros publicado en el periódico "La Voz de Cuba" el día 27 de Enero, señalaba que "reconocidos los edificios, éstos mostraban deterioro, que los edificios públicos necesitaban acabar de demolerse en su casi totalidad, no siendo pocos los edificios particulares que se encuentran en idéntico caso".

Si tenemos en cuenta de que en San Cristóbal en el momento del censo de Pezuela (1863) habían 142 edificios tipo B y 305 edificios tipo A por la escala MSK y consideramos esas cantidades como patrón, aún bajo la suposición de que una parte de las cubiertas pudieron haber estado afectadas en las del tipo B y A por alguna de las causas señaladas anteriormente, lo cual pudiera incrementarse en las del tipo B por la falta de cuadrales en las columnas (en caso de sismo); el hecho de que estas edificaciones tipo B tuvieran los muros de gran rigidez por sus espesores, pudo ayudar al producirse las fuerzas inerciales en ellas debido al terremoto, que una parte de los techos pudieron caerse y que al mismo tiempo se produjeran roturas en los muros. No obstante, estas razones, considerando incluso posibles deficiencias constructivas, el grado de intensidad sísmica por las afectaciones reportadas en San Cristóbal es de 8.0 MSK. Debemos tener en cuenta que para el caso de las edificaciones

tipo B (de las que hay relativamente mayor información), para que se evalúe en 8.0 grados basta con que alrededor del 20% presenten grietas largas y profundas en las paredes, se caigan chimeneas; que alrededor de 50% presenten rajaduras en las paredes, que partes aisladas pierdan cohesión y haya colapso de paredes y marcos interiores. En esto se incluye que muebles pesados se muevan y algunos se puedan volcar.

En el caso de Candelaria y tomando de la descripción del periódico "La Voz del Cuba" del 28 de Enero, resumimos "...puede decirse que el pueblo no existe, en el establecimiento de Juan Vignos de muros de mocrerro, las paredes se rajaron o cayeron y parte del techo vino al suelo. Una casa contigua se desplomó totalmente. La casa de Luis Labandera, de magnífica mampostería, está en el mismo caso, al igual que el establecimiento de los señores Noriega, dos casas de J. Vignos, dos tiendas de chinos, las casas de José Rivero y Esteban Armas, la casa conocida por Alto del Alcalde Municipal, el establecimiento de Cayos, la botica nueva y la vieja, han quedado todas inservibles y sin composición, las demás del pueblo son de madera y también han sufrido bastante. A la casa que estaba sirviendo de Iglesia se le derrumbaron algunas paredes y el cielo raso y parte del techo cayó...". Viñes y Salteraín (1880) concluyen "...todos los edificios de mampostería quedaron en estado inhabitables por estar dañados o ruinosos...". Dada la poca cantidad de edificios de mampostería (9 de tipo B y 45 de tipo A), que en el momento del terremoto habían aumentado a 14 de tipo B (de acuerdo al texto del periódico) y la descripción general del estado en que quedó Candelaria, se evaluó la intensidad sísmica en esta localidad en 8.0 grados MSK.

En la zona de Río Hondo, entre las localidades de San Cristóbal y Candelaria, se encontraba la "Caseta" de Obras Públicas (de ladrillo) que sufrió serios daños. El periódico "La Voz de Cuba" del propio 28 de Enero describía: "...se derrumbaron las dos únicas casas de mampostería que había, cogieron agua algunos pozos que estaban secos...". En uno de los muros que aún están en pie se observa una "huella" o grieta (profunda de lado a lado y diagonal) que por su forma y posición en un muro de carga y teniendo en cuenta la dirección principal del mismo, pudo ser producida por él. Esta localidad se evaluó en 8.0 grados MSK.

Entre los puentes afectados seriamente se destaca el Pedroso, cuyos extremos estaban contruidos de mampostería de piedra con mortero y sostenido con baterías de pilotes. En uno de sus extremos se encontraba la "Calórica". Respecto a este puente el periódico "La Voz de Cuba" del 24 de enero escribía de un telegrama "... la casilla del guardia tiene resentido los cerramientos y ángulos, el primer estribo del puente flojo y una piedra de su cornisa en la casilla de la calórica, roto el cerramento y machetas de la puerta, todo él (puente) agrietado y hasta el mismo estribo que sostiene la casilla rajada, los arcos que sostienen el tanque han perdido su forma por haberse cargado y aflojado sus dobeles. Hasta en la misma tierra hay grietas de más de 100 metros de longitud...". Precisamente, en el recorrido realizado por el autor, en la base de las ruinas de la casilla de la Calórica a 1.5 metros del nivel del terreno, se encontró una gran grieta central, que por su antigüedad dirección y dimensiones pudo haberse producido producto de una fuerte sacudida, ya que la base no presentaba ningún daño (además, de que se señala en los reportes de la época que este puente quedó en mal estado por el sismo). Este sitio se evaluó en 8.0 grados MSK.

Muchas son también las afectaciones que produjo en los ingenios azucareros de la región. En el San Juan Bautista se desplomó la casa de calderas, cuatro paredes, la torre de la máquina se desplomó al igual que las de la casa de calderas, destruyó la casa del mayoral e inutilizó la mayordomía (8.0 grados MSK). En el Galope desbarató y deshizo paredes; desmoronó otras paredes, y a otras las inclinó o torció; produjo grietas grandes en todas ellas, partió la torre de la máquina como cortada a bisel, derribó la torre de los trenes (8.0 grados MSK). En el Almagro (Cochinata) agrietó paredes e inclinó otras, se desmoronaron algunos

ángulos de paredes, así como la parte superior de otras, rajó la torre, inclinó horcones, así como la casa de calderas (7.0 grados MSK).

Debemos señalar que en todas estas evaluaciones se tuvieron en cuenta las características estructurales de las construcciones de la época discutidas anteriormente.

Merecen especial mención las afectaciones del ingenio Delicias de Garrir, cercano a la localidad de Candelaria (ver foto en el ANEXO 4) en el que se produjeron afectaciones según los reportes. En este recorrido, se encontró en la ruina de la chimenea dos grietas profundas en las paredes NNW y SSE, las cuales por su posición y dadas las características de la estructura tienen una gran probabilidad de haberse producido producto de este terremoto. Este punto se evaluó en 7.0 grados MSK.

Dada la extensión de las descripciones y que es factible su recopilación y comprobación a través de las fuentes señaladas, nos limitaremos a utilizar directamente para las localidades, el resultado de las evaluaciones del autor, las que se presentan a continuación:

- GRADO 8.0 MSK.. San Cristóbal, Candelaria, Ing. San Juan Bautista, Ing. Galope, Finca Don Manuel Vega, Ing. Nuestra Sra. de Lourdes o Larrazabal, Chirigotas, Río Hondo, Bayate, Puente Arroyo Grande, Puente Pedroso, Río San Cristóbal.
- GRADO 7.5 MSK.. Ing. San Gabriel, Ing. Dos Hermanos, Santa Cruz de los Pinos, Hacienda Los Pinos, Cafetal Buenavista, Ing. Refugio y Mangas.
- GRADO 7.0 MSK.. Ing. Almagro (Cochinatas), Ing. Ramos (Jesús María), Ing. María (Nazareno), Finca Balestena (Rangel), Manantiales (Soroa), San Diego de Nuñez, Ing. Montaña, Sabanalamar, Cabañas, Ing. Claudio, Finca La Tumba, Finca Itabo, Taco-Taco, Ing. San Francisco, Bahía Honda, Ing. Flora, Artemisa, Cayajabos, Ing. Delicias, (de Garrir), Río San Cruz y Río Taco-Taco.
- GRADO 6.5 MSK.. San Diego de los Baños, Los Palacios, Ing. Pilar, Ing. Asentista, El Cano, Ing. San Agustín, Ing. La Sirena, Ing. Geraldo y Manantiales Sulfurosos del Río San Francisco.
- GRADO 6.0 MSK.. La Mulata, Ing. Apuros, Ing. Tres Palmas, Ciudad Habana, Mariel, Santiago de las Vegas, Ceiba del Agua, Consolación del Sur, Alquizar, Ing. Redención, Bejucal, Las Pozas, Caimito, Guanajay y Paso Real de San Diego.
- GRADO 5.5 MSK.. Quivicán, Pilotos, Matanzas, Pinar del Río, Güira de Melena y Finca El Caimito.
- GRADO 5.0 MSK.. Ing. La Altura, Nueva Gerona, Santa Fe, Mantua, Guines, Catalina de Güines, San Juan y Martínez, San Luis, Viñales y Jaruco.
- GRADO 4.5 MSK.. No se señala.
- GRADO 4.0 MSK.. Guane y Cárdenas.
- GRADO 3.5 MSK.. Cienfuegos y Cayo Hueso.
- GRADO ?. Guanabacoa, Regla, Corralillo, Batabanó, Finca San José, San Antonio de los Baños y San José de las Lajas.

Réplicas del Terremoto del 23 de enero de 1880.

Como todos los terremotos fuertes, el de San Cristóbal produjo numerosas réplicas perceptibles. Para su discriminación del conjunto de terremotos reportados, además de su ubicación geográfica en la región donde se produjo el sismo principal, se utilizaron las mismas fuentes de información para su recopilación y evaluación.

De esta forma, fueron determinados 44 sismos vinculados con este terremoto (TABLA 2.5), cuya distribución temporal y por intensidades, se presenta en los histogramas de la FIGURA 3.2.A - B. Para la determinación de las coordenadas por datos macrosísmicos, se utilizó el criterio planteado en el Capítulo 2, de tomar la localidad con el reporte de mayor intensidad o el área donde se señalaron las mayores intensidades. La ubicación espacial de las réplicas se presenta en la FIGURA 3.2.C.

Dada la cantidad de información recopilada sobre estos sismos, fue factible confeccionarle el mapa de isosistas a tres de ellos, los correspondientes al 23 de enero a las 09:14 UT de 6,5 grados MSK, 23 de enero a las 09:44 UT de 5.0 grados y 26 de enero a las 10:34 UT. En todos los casos se observó la tendencia en las isosistas de tomar la misma orientación del terremoto principal.

EL TERREMOTO DEL 16 DE DICIEMBRE DE 1982

En la región occidental de Cuba, a las 15:20 Hora Local (20:20:17 UT) del 16 de diciembre de 1982 ocurrió un sismo que produjo estremecimientos de 6.0 grados MSK. La zona epicentral se localizó en la zona de Torriente - Jaguey Grande, provincia de Matanzas. Por los efectos producidos, este terremoto es el más importante de este territorio en este siglo. Sus particularidades más significativas en lo que respecta a afectaciones en toda la región, fueron señaladas por Chuy et al (1983).

El sismo de Torriente - Jaguey Grande fue registrado por las estaciones sismológicas cubanas de SOR (Soroa), CCC (Casorro), LMG (Las Mercedes), PIN (Pinares de Mayarí), RCC (Río Carpintero) y MAS (Maisí); así como por las estaciones de Jamaica HOJ, STH y PCJ y de Trinidad Tobago TRN.

La fuerza de los estremecimientos fue mayor en las localidades de Torriente, Jaguey Grande, Central Australia y Pedro Betancourt. Sin embargo, se señala que los mayores daños se produjeron en algunas construcciones aisladas del tipo Girón, en los que valores puntuales de intensidad alcanzaron 7.0 grados MSK.

Las isosistas de este evento son elipsoidales con cierta tendencia a la forma de huso en la dirección Sureste-Noroeste (ver mapa en el ANEXO 5), la cual se acentuó con la obtención posterior y precisión de datos macrosísmicos de Santo Domingo, Minas de Motembo, Abreus, Cienfuegos, Cárdenas, Cascajal, Los Arabos, Guanajay, Guira de Melena, Batabanó entre otros lugares; en ocasión de recorridos de campo realizados por el autor para el completamiento de datos de terremotos perceptibles para Investigaciones de Peligrosidad Sísmica de la Región Occidental realizadas en 1990.

La recopilación de datos presentó dificultades al Sur de la línea Jaguey Grande - Hato de Jicaritas - Playa del Caimito, por tratarse de una zona cenagosa muy despoblada. Debemos señalar que el valor de 6.0 grados MSK, correspondiente a la localidad de Santo Tomás pudo estar relacionado a condiciones de suelo desfavorables.

De acuerdo con el Modelo Teórico de Isosistas Elípticas propuesto por Alvarez y Chuy (1985) para las Antillas Mayores, a este terremoto pudo asociársele una magnitud $M_s = 4,8$ y una profundidad de foco $h = 22$ Km. Las coordenadas del epicentro por datos macrosísmicos, obtenidas de esta misma manera, son Lat. 22.60 N y Lon. 81,40 W (ver ANEXO 3) y se asocia con la Zona Sismogénica ZS Bejucal - Madruga - Coliseo, en su parte cercana a la ZS Cochinos. El área pleistósística aproximada fue de 34 000 Km², correspondientes al municipio especial Isla de la Juventud y las provincias Matanzas, Habana y Ciudad Habana, considerando en este estimado la zona de la ensenada de la Broa y los golfos de Batabanó y Cazonés.

De este sismo se reportan 5 réplicas perceptibles (TABLA 2.5).

Los valores de la Intensidad Sísmica, por Localidades, de este terremoto evaluados por el autor, son los siguientes:

- GRADO 6.0 MSK. IPUEC J. M. Aguirre (T-9)*, EPEF Gral. C. García (T-21)*, ESBEC O. Caballero*, ESBEC 1er. Cong. Nac. de Educ. y Cultura (T-12), Pedro Betancourt, Torriente, Jaguey Grande, Santo Tomás, Central Australia e ITC C. Escalante.

Nota: * se reportan efectos de 7.0 grados MSK en estructuras aisladas del Sistema Constructivo Girón.

- GRADO 5.5 MSK. Combinado Citrícola J. Grande, ESBEV. Ponce (T-32), Pto. Mando Plan Citrícola J. Grande, IPUPEC E. Roig (T-19), San Francisco, Crimea, La Yuca, San Joaquín, Manjuares, Hato de Jicaritas, Los Canarreos, La Isabel, ESBEV S. Riverón (T-2) y Nueva Paz.
- GRADO 5.0 MSK. Central Cuba Libre, Comunidad Manolito, Unión de Reyes, Bolondrón, Alacranes, ESBEV Cmdte. V. Acuña (T-14), ESBEV J. A. Morales (AG-20), ESBEV H. Reeve (T-4), ESBEV C. Miranda (J-23), ESBEV J. A. Díaz (AG-39), IPUPEC C. M. Rodríguez (J-11), IPUPEC J. Falcón (AG-31), Esc. Campo J. G. Gómez (AG-32), ESBEV J. A. Echeverría (T-13), ESBEV Mrcal. A. J. de Sucre (T-15), ESBEV E. Hart (AG-25), ESBEV J. de Mata (T-23), ESBEV A. Zamora (J-21), IPUPEC R. P. China (T-27), Esc. Campo A. Fernández (T-21), Emp. Forestal Integral Ciénaga de Zapata, Buenaventura, Tec. P. Nuevo (T-28), Playa del Caimito, Centro Turístico Boca Laguna del Tesoro, Palo Seco, San José de Marcos, IPUPEC Hnos. Almeida (Finca La Mulata), Esc. Campo G. Dobrovolski (AG-38), Restaurante Pio-Cuac, La Lanza y Pálpite.
- GRADO 4.5 MSK. Esc. Campo A. Olano (AG-13), ESBEV E. Baró (T-26), Esc. Campo E. Hernández (J-13), IPUPEC A. Medina (J-12), IPUPEC X Festival (T-11), ESBEV C. Valdés (AG-6), Esc. Campo G. Díaz (AG-19), Santana, La Luisa, Central J. López, Agramonte, Dist. 6 Cítricos en Finca El Ecuador, Finca Las Cañas, Finca San Isidro, San Nicolás de Barí, Guines, Playa Rosario y Central H. Molina.
- GRADO 4.0 MSK. Vegas, Jaruco, Esc. Campo A. R. Horta (AG-7), Perico, Matanzas, Calabazar, San Antonio de Cabezas, Palos, Playa Mayabeque, Central F. Rodríguez, Centro Genético V. Santana, Jovellanos, ESBEV A. González (AG-26), San Miguel de los Baños, Aguada de Pasajeros, Central R. García, Batey del Central R. García, La Guásima o Batey Viejo, ISPJAE, Rancho Boyeros, Horquita, Playa Larga, La Adelaida, El Cangre, ESBEV R. Fleitas (J-5), Ciudad Habana y Cienfuegos.
- GRADO 3.5 MSK. Colón, Pipian, Aguacate, Abreus, Soplillar, Bermeja, Cayo Ramona, Yaguaramas, Amarillas, Crucero de Jaguey Chico, Melena del Sur, Guanábana, Coop. J. A. Mella (Isla de la Juventud), Batabanó, Guira de Melena y Cárdenas.
- GRADO 3.0 MSK. Coliseo, Carlos Rojas, Tapaste, Playa La Máquina, Caleta de Sábalo, Covadonga, San Ignacio, Jaguey Chico, Calimete, Cayo Largo del Sur, Real Campiña, Raíz de Jobo, Helechal, La Ceiba, Nueva Gerona, Playa Girón, Minas de Motembo, Santo Domingo, Los Arabos y Guanajay.
- GRADO ?. Cafetería 8 Vías.

EL TERREMOTO DEL 20 DE AGOSTO DE 1852

El 20 de agosto de 1852 a las 8:36 a.m. (14:05 UT) se produjo un terremoto en la región suroriental de Cuba, que sacudió violentamente toda la parte oriental del archipiélago cubano y a las islas cercanas de Jamaica y La Española. Considerado el más fuerte reportado durante el siglo XIX en nuestro país, provocó el deslizamiento general de grandes piedras en la zona de la Sierra Maestra, el secado de arroyos y manantiales, así como largas y anchas grietas en terrenos secos y húmedos. Los principales efectos en diferentes localidades se precisan en la tabla, los que fueron tomados fundamentalmente de las descripciones hechas por Chuy (1988), Estorch (1852), Gimenez (1852), Periódico Gaceta de la Habana (1852), Pezuela (1863), Rodríguez - Ferrer (1876), Zapata y Chuy (1989), entre otras.

Con posterioridad al terremoto, esta región fue sacudida por 26 réplicas (TABLA 2.5) que no siempre fueron consignadas adecuadamente por las fuentes consultadas anteriormente. Es necesario destacar que dos de estas réplicas, así como el sismo principal fueron sentidas a bordo de la goleta española Anita, que se encontraba navegando a 24 millas al Norte del Cabo de San Nicolás en Haití a las 8:36 AM el 20 de agosto; el 21 de agosto a las 09:18 PM (02:46 UT del día 22) a 18 millas al Suroeste de Punta Maraño; así también se reportó por ellos haber sentido el sismo principal. Todo esto aparece reflejado en la bitácora de la embarcación.

Los principales parámetros de este terremoto aparecen consignados en la TABLA 2.1 y ANEXO 3, con epicentro en los 19.75 N y 75.32 W, profundidad 30 km, magnitud Ms = 7.3 e intensidad máxima I = 9.0 grados MSK en Santiago de Cuba.

Efectos del Terremoto del 20 de agosto de 1852 en la ciudad de Santiago de Cuba.

Cabe señalar que las mayores destrucciones de edificaciones descritas en ese entonces fueron ubicadas en la ciudad de Santiago de Cuba, principalmente en las iglesias y locales de la administración pública. Para la localización de estos edificios se utilizaron los mapas de Anónimos de 188_, Bausa de 1831 y Callejas de 1795, resultando lo siguiente:

No.	LUGAR	DIRECCION ACTUAL	DESCRIPCION DE LOS EFECTOS
1	Iglesia Catedral	Heredia e/ San Pedro y Santo Tomás	Resquebrajó las paredes y arcos de la cúpula, las naves extremas y los cuatro arcos de la media naranja. La pared maestra del poniente quedó rajada en casi toda su longitud a una altura de 6 pies del suelo. En la Torre del reloj del 3er y 4to cuerpo desplomados y agrietados. En la torre de las campanas el 4to cuerpo amenaza con su caída y cayó gran parte de la cornisa. El resto del edificio bastante quebrado. Cerrada por su mal estado.
2	Iglesia de la Santa Ana	San Gerónimo y Calle Nueva	Su torre se cayó y hundió la parte más antigua del techo de

			la iglesia; sus arcos principales cuarteados y casi toda la parte interior.
3	Iglesia El Carmen	Santo Tomás e/ El Carmen Y Enramadas	Su torre cuarteada y desplomada. En El Carmen y estado ruinosos los arcos y el muro que hay en el corredor inmediato a la azotea; el arco central partido; cuarteada la entrada de su plazuela y la de la sala mayor; abierta la pared de la torre que divide la azotea y uno de los arcos.
4	Iglesia de Dolores	Aguilera y Reloj	Se resquebrajó la torre del reloj de la sacristía. Los arcos que sostenían el coro se agrietaron, las paredes del frente de la sacristía en estado ruinoso.
5	Iglesia de Santa Lucía	Carnicería y Santa Lucía	El área Suroeste de la sacristía y varios arcos interiores quedaron resquebrajados y ruinosos. El lado derecho y ángulo Sur en la fachada en estado ruinoso por tener grietas considerables. Las paredes y arcos interiores ruinosos.
6	Cuartel y Convento de Francisco	San Francisco y Corona	Fachada principal cuarteada y desplomada; su torre se cuarteó se desplomó; se partieron en el interior las paredes y en los claustros los zócalos de algunos arcos. Se considera que su reparación será muy costosa. El cuartel sufrió considerablemente, se cayeron las paredes ocasionando 3 muertos.
7	Iglesia de Trinidad	Moncada y Trinidad	La fachada en mal estado. La pared entre la iglesia y la sacristía, sus arcos principales y casi toda la parte interior cuarteados.
8	Iglesia de Santo Tomás	Santo Tomás e/ Habana y Trinidad	La torre completamente cuarteada.
9	Iglesia Cristo de la Salud	Gallo y San Antonio	Paredes desplomadas. El techo está sostenido sólo por las horconaduras; dejó en ruinas la capilla y el edificio está totalmente en ruinas.

10	Casa de Gobierno	Aguilera e/ Santo Tomás y San Pedro	El piso alto tiene las horconaduras desplomadas y sus paredes cuarteadas y ruinosas; el piso bajo tiene deterioro de menor consideración.
11	Aduana	Lorraine y Aguilera	En ruina completa la edificación.
12	Plan de la Marina	Lorraine desde Santa Lucía hasta San Gerónimo	Grietas en el piso. Entre 12 y 15 edificaciones destruidas en su totalidad; se localizan los mayores daños en esa parte.
13	Alameda	Lorraine desde Santa Lucía hasta San Carlos	Grietas en el suelo.
14	Belén Grande	Santa Rita y Padre Pico	Totalmente en ruinas; sosteniéndose los tejados sólo por las horconaduras.
15	Belencito	Padre Pico e/ Aguilera y Heredia	Sus paredes desplomadas y en general estado ruinoso, sosteniéndose los tejados sólo por las horconaduras.
16	Palacio Arzobispal	San Gerónimo y Calle Nueva	Se han abierto los 4 ángulos del segundo piso considerablemente. Todas sus paredes y divisiones están cuarteadas y ruinosas.
17	Seminario de San Basilio	San Basilio e/ Corona y Santo Tomás	Tiene el ángulo Suroeste cuarteado y agrietado. Las paredes interiores en estado ruinoso.
18	Intendencia	Santa Rita y Rabí	Se cuarteó la esquina Oeste. Sus fachadas en muy mal estado y desplomadas. En general, el edificio arruinado.
19	Cárcel	San Mateo y Rastro	La esquina Suroeste abierta y el lado Oeste desplomado y cuarteado. Su pared maestra y los departamentos interiores han padecido bastante.
20	Beneficencia	Santa Rosa y Clarín	El frente del Oeste y el ochavo del Noroeste tienen algunas grietas verticales; sus divisiones todas desplomadas; desviadas una parte de las alfardas del corredor del Norte, tres pilares y la portada bastante agrietada y resentida.
21	Hospital Militar	Aguilera y Padre Pico	Completamente ruinoso, estado deplorable, se hace

			necesaria su reconstrucción.
22	Hospital de Caridad	Santa Rita e/ Padre Pico y Corona	La parte Este del edificio inutilizada casi como la Oeste, en el frente ruinosas y maltratadas sus habitaciones.
23	Teatro	Enramada e/ Gallo y Padre Pico	Agrietadas las paredes principales; en el frente y costado del cuerpo avanzado algunas grietas; la pared divisoria de la sala, el foro y antepechos Este y Oeste caídos y el y el resto resentidos.
24	Vivienda	Padre Pico y Santa Rosa	Colapsó completamente la casa.
25	Vivienda	Aguilera y Corona	Casa que sufrió daños de consideración por la parte de Corona.
26	Nevería	Aguilera y Santo Tomás	Se cuarteó en términos que amenaza ruina.
27	Plaza de Armas	Parque Céspedes	Daños de consideración en todos los edificios, incluso en la casa del Gobernador.
28	Panadería	Aguilera y Calvario	Se cuarteó el edificio y sufrió varios derrumbes interiores.
29	Comandancia	San Félix y Aguilera	Hubo que abandonarlo por el estado ruinoso del edificio.
30	Capitanía del Puerto	San Basilio y Teniente Rey	Hubo que abandonarlo por el estado ruinoso de la edificación.
31	Casa que fue de Velázquez	Esquina de Santo Tomás y Catedral Baja	Destruída (fue construida a principios del siglo XVI).

Datos macrosísmicos regionales del Terremoto del 20 de agosto de 1852.

La ubicación de las localidades en las que se describen los efectos de este terremoto se logró utilizando mapas de la época, en particular por la Capitanía General en 1895 y el Depósito de la Guerra en 1897. De esta forma y utilizando los valores estimados de la intensidad sísmica para cada una de ellas, se confeccionó el mapa de isosistas de este sismo catastrófico (ver mapa en ANEXO 5).

No.	LOCALIDAD	EFFECTOS SEÑALADOS	I (MSK)
1	Guanicum del Rizo	Sufrió bastante la localidad. Se señalan grietas profundas en el terreno, en particular una de 300 varas de largo con casi 6 pulgadas de abertura, en algunos puntos insondable. Los terrenos no estaban resecos	9.0
2	Cafetal Anita	Se cayeron tapias y otros se cuartearon, se rajaron los secaderos y los estanques. Se señala en toda esa	9.0
3	Cafetal El		

4	Kentucky	área la caída de grandes piedras.	
5	Cafetal La Africana		
6	Cafetal Carolina		
7	Cafetal La Sofía Cafetal St. James		
8	Cafetal la Siberia	La casa en completo estado de ruinas. Se desplomaron la Ermita y todos los muros que rodeaban la vivienda. Deshizo los secaderos.	9.0
9	Estancia Ceiba	Destruyó casi todas las paredes de sus hermosos establecimientos, quedando en muy mal estado el resto. La casa del mayoral sufrió menos por ser de madera.	9.0
10	Damajayabo	Derribó casas y destruyó secaderos. Se señalan grietas en el terreno y secado de arroyos. Se reporta la caída de piedras de gran volumen.	9.0
11	Santiago de Cuba	Sacudidas violentas que produjeron grandes afectaciones en la ciudad. Se señalan daños de consideración en edificios de la administración pública e iglesias. Se reportan 8 muertos y muchos heridos.	9.0
12	Castillo del Morro	Rajó algunos merlones y destruyó una de las garitas. Algunas paredes se cuartearon, se señalan grietas en las bóvedas.	8.5
13	Cafetal Las Gracias	Todos los edificios se arruinaron y cuartearon. Las sacudidas fueron violentas.	8.5
14	Ingenio Santa Ana	Cuarteó las torres del ingenio.	8.0
15	Ingenio Perseverancia	Por las afectaciones producidas será necesario reedificarlo parcialmente.	8.0
16	Cafetal Santa Rosa	Secó un pozo con más de 2 varas de agua. Derribó 50 bohíos de sólida mampostería y dejó sumamente deteriorados los demás establecimientos con excepción del hospital.	8.0
17	Cafetal La Merced		
18	Hermitaño	Hizo rodar piedras que en descenso arruinaron algunos bohíos.	8.0
19	Turquino		
20	Cafetal El Desierto	Violentas sacudidas. Los edificios se cuartearon y arruinaron completamente. Se cayeron paredes.	8.0
21	Cafetal Sitges		
22	El Caney	Produjo muchas pérdidas en las bodegas, aunque no en las casas de cujes. Sentidos violentos estremecimientos.	8.0
23	El Ramón	Todas las haciendas tuvieron grandes quebrantos en sus casas y establecimientos.	8.0
24	Guantánamo	Bastante fuerte aunque no como en Santiago de Cuba. Produjo averías en las paredes, techos y en las casas en general, entre ellas el Cuartel Militar y el Cuartel de Infantería.	7.5
25	El Cobre	Ruina de las torres del Santuario. El Presbiterio y la Sacristía sufrieron mucho por la parte Norte, así como daños de menor consideración en la Iglesia Parroquial. El resto de las edificaciones no sufrió grandes daños, con excepción de 2 casas abandonadas que se desplomaron. Se señala la caída de muchas piedras y escombros en la mina, lo cual produjo pánico.	7.5
26	Ti Arriba	Cuarteó y derribó chimeneas de la sala de máquinas y de la casa de pailas de ingenios. Se señalan	7.5
27	Ingenio Santa		

28	Cruz Sabanilla	rajaduras en la mampostería de los reverberos y muchas grietas de pequeñas dimensiones en las paredes.	
29 30 31	Jarahueco Seibabo Hongolosongo	Se cuartearon paredes y cayeron bohíos endebles. Echó a rodar piedras.	7.5
32	24 millas al Norte de Cabo San Nicolás (Haití)	Sentido un estremecimiento tan fuerte como el choque con un bajo. El tiempo estaba de calma.	7.0
33	Jiguaní	Violentas sacudidas que no produjeron daños de consideración. Se señala la rotura de lozas y de las vidrieras de los establecimientos.	7.0
34	Baracoa	Sacudidas muy fuertes, aunque no se produjeron daños de consideración.	6.5
35	Bayamo	Violentas sacudidas que produjeron alarma, aunque no se señalan daños de consideración.	6.5
36	Mayarí	Sacudidas muy fuertes que provocaron la rotura de lozas y de las vidrieras de los establecimientos.	6.5
37	Tiguabos	Sacudidas violentas que no produjeron daños de consideración.	6.5
38 39	Holguin Manzanillo	Sentidas las sacudidas. No se reportan daños.	(6.0)
40	Gibara	Sentido con menos fuerza.	(5.5)
41 42	Morón Camaguey	Sentidos estremecimientos fuertes.	5.0
43	Kingston (Jamaica)	Sentidos estremecimientos que no produjeron desgracias.	4.0
44	Santo Domingo (La Española)	Sentido muy débil.	3.0

ANEXO 3

CATALOGO DE TERREMOTOS PERCEPTIBLES DE CUBA (1528 - 1990)

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1528		(20.50)	(74.50)	(5.0)	(30)	1	2	(6)	Baracoa
1551		(20.40)	(76.60)	(5.8)	(15)	1	2	8	Bayamo
1578 AUG		(19.90)	(76.00)	(6.8)	(30)	1	2	8	Santiago de Cuba
1580		(19.90)	(76.00)	(5.8)	(30)	1	2	7	Santiago de Cuba
1624 OCT		(20.40)	(76.60)	(5.2)	(15)	1	2	7	Bayamo
1675 FEB11		(19.90)	(76.00)	(5.8)	(30)	1	2	7	Santiago de Cuba
1677 FEB 11		(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1678 FEB 11	14:59	(19.90)	(76.00)	(6.8)	(30)	1	2	8	Santiago de Cuba
1682		(19.90)	(76.00)	(5.8)	(30)	1	2	7	Santiago de Cuba
1693		(23.13)	(82.40)	-	-	1	1	?	Ciudad Habana
1752 OCT		(19.90)	(76.00)	(5.8)	(30)	1	2	7	Santiago de Cuba
1757 NOV 01		(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1757 DEC 14	16:44	(19.90)	(75.80)	(5.3)	(30)	1	2	6	Santiago de Cuba
1760 JUL 11		(19.90)	(76.00)	(6.8)	(30)	1	2	8	Santiago de Cuba
1762 NOV 13		(22.98)	(82.37)	(3.1)	(10)	1	2	4	Santiago Vegas
1766 APR 12		(21.37)	(77.92)	-	-	1	1	?	Camaguey
1766 JUN 12	05:14	(19.80)	(76.10)	(7.6)	(35)	3	4	9	Santiago de Cuba
1770		(21.37)	(77.92)	-	-	1	1	?	Camaguey
1775 FEB 11		(19.90)	(76.00)	(5.8)	(30)	1	2	7	Santiago de Cuba
1776		(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1777 JUL 07	09:29	(22.83)	(82.03)	(3.7)	(10)	1	2	5	Güines
1791 JUN 21		(23.05)	(81.96)	-	-	1	1	?	C.Habana- Matanzas
1800 OCT 14		(19.90)	(75.80)	(4.7)	(30)	1	2	6	Santiago de Cuba
1800 DEC 02		(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1801 JUL		(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1802 JAN		(19.90)	(75.80)	(4.7)	(30)	1	2	6	Santiago de Cuba
1810		(23.13)	(82.40)	(3.1)	(10)	1	2	4	Ciudad Habana
1810 OCT		(19.90)	(76.00)	(5.4)	(30)	1	2	6.5	Santiago de Cuba
1812		(23.05)	(81.58)	(3.1)	(10)	1	2	(4)	Matanzas
1812		(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1822 MAY 08	NCH	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1824		(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1824		(22.81)	(80.08)	(3.1)	(10)	1	2	4	Sagua la Grande
1824 JAN 05	08:59	(21.80)	(79.98)	(4.3)	(10)	1	2	6	Trinidad
1826 JUL		(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1826 SEP 18	09:29	(19.90)	(76.00)	(5.8)	(30)	1	2	7	Santiago de Cuba
1832		(22.42)	(79.97)	-	-	1	1	?	Region Central
1835		(23.13)	(82.40)	-	-	1	1	?	Ciudad Habana
1837		(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1837 APR 22	14:44	(21.72)	(77.86)	(3.7)	(15)	1	2	5	Cubitas
1838		(21.80)	(79.98)	(3.8)	(10)	1	2	5	Trinidad
1841 MAY		(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1842 MAY 07		(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1842 JUL 07		(19.90)	(76.00)	(6.0)	(30)	1	2	7	Santiago de Cuba
1843 FEB 21		(23.13)	(82.40)	(3.7)	(10)	1	2	5	Ciudad Habana
1843 FEB 21	MNN	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1843 MAR 05		(23.05)	(81.58)	(2.5)	(10)	1	2	3	Matanzas

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1843 MAR 07	09:14	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1843 MAR 08	09:39	(23.13)	(82.40)	-	-	1	1	?	Ciudad Habana
1843 MAR 08	16:59	(23.13)	(82.40)	-	-	1	1	?	Ciudad Habana
1843 MAY 27	09:29	(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1843 MAY 27	09:59	(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1843 MAY 28	03:29	(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1843 SEP 03		(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1843 OCT 26		(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Región Oriental
1844		(23.13)	(82.40)	-	-	1	1	?	Ciudad Habana
1844 MAY 07		(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1844 AUG 27	03:29	(19.90)	(75.80)	(4.3)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1845 APR 21	19:04	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1845 MAY	04:29	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1846 FEB		(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1846 MAR 23	12:59	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1846 APR 28		(20.71)	(77.99)	(3.1)	(10)	1	2	4	Santa Cruz del Sur
1846 MAY		(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1846 OCT		(21.37)	(77.92)	-	-	1	1	?	Camagüey
1846 OCT 10		(23.00)	(82.08)	(2.8)	(10)	1	2	3.5	C.Habana-Madruga
1847 DEC 05	22:29	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1849	07:34	(22.71)	(83.06)	(3.3)	(15)	1	2	3	San Cristóbal
1849 JUN 23	TRD	(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1849 AUG 30		(22.15)	(80.45)	(3.1)	(10)	1	2	4	Cienfuegos
1851 MAY 11	21:29	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1851 MAY 12	03:29	(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1852		(23.13)	(82.40)	-	-	1	1	?	Ciudad Habana
1852		(23.05)	(81.58)	3.7)	(10)	1	2	5	Matanzas
1852 FEB 14		(21.00)	(76.20)	-	-	1	1	?	Gibara-Holguín
1852 FEB 19		(21.00)	(76.20)	-	-	1	1	?	Gibara-Holguín
1852 FEB 27		(21.00)	(76.20)	-	-	1	1	?	Gibara-Holguín
1852 JUL 07	12:25	(19.80)	(79.70)	(7.5)	(30)	4	4	5	Caimán (Imax CUBA)
1852 JUL 07	14:59	(22.42)	(79.97)	(3.1)	(10)	1	2	4	Santa Clara
1852 AUG 20	14:05	(19.75)	(75.32)	(7.3)	(30)	4	4	9	Santiago de Cuba
1852 NOV 26	08:44	(19.50)	(76.25)	(7.0)	(35)	3	4	8	Santiago de Cuba
1852 DEC 28		(21.00)	(76.20)	(3.2)	(15)	1	3	4	Gibara-Holguín
1853 OCT		(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1853 NOV 08		(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1853 DEC 29	06:29	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1853 DEC 30	11:29	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1854		(23.13)	(82.40)	-	-	1	1	?	Ciudad Habana
1854		(23.05)	(81.58)	-	-	1	1	?	Matanzas
1854 MAR 16	06:29	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1854 SEP 09		(23.05)	(81.58)	(3.7)	(10)	1	2	5	Matanzas
1854 SEP 17		(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1854 SEP 26	MNN	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1854 SEP 27	10:49	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1854 OCT 20		(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1855 JAN		(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1855 FEB 20	12:29	(19.90)	(75.80)	(4.2)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1855 APR 24	17:59	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1856 JAN 04		(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1856 OCT 27	04:59	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1857 FEB 10		(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1857 JUN 11		(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1857 JUL 07		(22.81)	80.08)	(2.8)	(10)	1	2	3	Sagua la Grande
1858 JAN 28	22:04	(19.90)	(76.00)	(6.5)	(30)	1	2	7	Santiago de Cuba
1858 MAR 07		(21.37)	(77.92)	-	-	1	1	?	Camagüey
1858 MAR 07	12:29	(22.48)	(79.55)	(3.5)	(10)	1	2	4.5	Remedios
1858 APR	22:59	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1858 AUG 14	06:29	(22.48)	(79.55)	(3.5)	(10)	1	2	4.5	Remedios
1859 AUG 15	02:59	(22.48)	(79.55)	(3.1)	(10)	1	2	4	Remedios
1859 OCT 04		(23.13)	(82.40)	(3.1)	(10)	1	2	4	Ciudad Habana
1860		(22.86)	(82.86)	-	-	1	1	?	Cayajabos
1860 FEB	03:29	(19.90)	(75.80)	(4.3)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1860 FEB	10:44	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1861 APR 28		(21.80)	(79.98)	(3.1)	(10)	1	3	(4)	Trinidad
1861 MAY 27	13:59	(22.81)	(80.08)	(2.8)	(10)	1	2	3	Sagua la Grande
1861 JUN 27		(22.81)	(80.08)	(3.8)	(10)	1	2	5	Sagua la Grande
1862		(22.79)	(83.42)	-	-	1	1	?	Cajalbana-F.Caimito
1862 JAN		(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1862 AUG		(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1862 DEC		(23.13)	(82.40)	(2.5)	(10)	1	2	3	Ciudad Habana
1864 APR 28		(21.72)	(77.86)	-	-	1	1	?	Sierra de Cubitas
1867 NOV 11		(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1868 MAR 25		(23.13)	(82.40)	(3.7)	(10)	1	2	5	Ciudad Habana
1868 MAY 01		(22.36)	(79.58)	(3.1)	(10)	1	2	4	Zulueta
1868 JUN 30		(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	3	4	Santiago de Cuba
1868 JUL		(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1868 AUG 19	14:14	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1869 JAN 01	23:14	(19.90)	(75.80)	(4.2)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1869 NOV 04	05:14	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1870 SEP 03	19:59	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1870 SEP 11	14:29	(19.90)	(75.80)	(4.8)	(30)	1	2	6	Santiago de Cuba
1870 DEC16	04:59	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1871		(21.87)	(82.78)	(4.2)	(10)	1	2	5	El Abra
1871 JAN 20	MDA	(19.90)	(75.80)	(4.2)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1871 JAN 21		(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1871 FEB 20		(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1871 FEB 21	02:29	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1871 APR	06:29	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1872		(22.91)	(81.86)	(2.5)	(10)	1	2	3	Madrugá
1872		(22.71)	(83.06)	(2.7)	(15)	1	2	3	San Cristóbal
1872		(21.80)	(79.98)	(2.8)	(10)	1	2	3	Trinidad
1872 JUN	23:29	(22.50)	(79.51)	(4.2)	(10)	1	3	5.5	Caibarien-Remedios
1873 MAR		(22.77)	(83.54)	(3.5)	(20)	1	2	4	Ceja de Luna
1873 AUG 12	03:29	(22.48)	(79.55)	(4.5)	(10)	1	2	6	Remedios
1874 AUG 18	06:29	(19.90)	(75.80)	(4.0)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1875 JUL 03	17:44	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1876 OCT 31	02:29	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1877 JAN 19	02:29	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1877 JAN 19	22:59	(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1877 JAN 30	17:14	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1877 NOV	08:29	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1878 DEC		(22.85)	(83.27)	-	-	1	1	?	Las Pozas
1879 MAR 28		(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1879 MAR 28	02:29	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1879 SEP 07	20:59	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1879 DEC		(22.78)	(83.45)	(4.2)	(20)	1	3	5	Cajalbana
1879 DEC 21		(22.71)	(83.06)	(3.3)	(15)	1	2	4	San Cristóbal
1880		(22.81)	(80.08)	(3.1)	(10)	1	2	4	Sagua la Grande
1880		(23.13)	(82.40)	-	-	1	1	?	Ciudad Habana
1880		(23.05)	(81.58)	-	-	1	1	?	Matanzas
1880 JAN 23	04:39	(22.70)	(83.00)	(6.0)	(15)	4	4	8	San Cristóbal
1880 JAN 24	19:54	(22.88)	(80.38)	(2.8)	(15)	1	2	3	Rancho Veloz
1880 JAN 26	07:29	(22.41)	(83.72)	(3.3)	(15)	1	2	4	Pinar del Rio
1880 FEB 02	07:29	(22.75)	(83.56)	(3.5)	(20)	1	2	4	Consolación Norte
1880 JUN 12	01:29	(22.42)	(79.63)	(3.1)	(10)	1	2	4	Guadalupe
1880 JUL 03	22:59	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1880 JUL 17	04:29	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1880 NOV 02		(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1881 AUG 01	17:24	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1882 OCT 25	02:59	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1882 DEC 11	15:29	(20.02)	(75.84)	(3.0)	(15)	1	2	3.5	Santiago de Cuba
1882 DEC 12	05:29	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1882 DEC 12	11:49	(19.90)	(75.80)	(4.8)	(30)	1	2	6	Santiago de Cuba
1883 MAY 18	08:44	(19.90)	(75.80)	(4.2)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1884 MAR 26	02:29	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1884 AUG 28	19:06	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1886		(22.81)	(80.08)	(3.1)	(10)	1	2	4	Sagua la Grande
1886 APR 02		(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1886 MAY 09	17:29	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1886 MAY 09	23:29	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1886 AUG 31	22:20	(22.94)	(80.01)	(3.8)	(15)	1	2	5	Isabela de Sagua
1886 SEP 04	18:24	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1887		(22.90)	(83.33)	(4.2)	(20)	1	2	5	Ingenio Almagro
1887 APR 20	NCH	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1887 AUG 08	10:29	(20.02)	(75.84)	(3.5)	(15)	1	2	4.5	Santiago de Cuba
1887 OCT 03	05:26	(19.90)	(75.80)	(4.2)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1888 MAR 08	06:24	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1888 JUN 13	MDA	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1889 MAR 28	06:14	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1889 MAR 28	09:59	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1889 APR 07	01:26	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1889 APR 12	02:19	(22.81)	(80.08)	(3.1)	(10)	1	2	4	Sagua la Grande
1891 FEB 04	03:21	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1891 MAY 25	14:57	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1891 MAY 25	18:16	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1891 JUN 25	MNN	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1891 OCT 27	03:44	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1891 DEC 02	08:59	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1891 DEC 03	03:44	(20.02)	(75.84)	(3.5)	(15)	1	2	4.5	Santiago de Cuba
1892 SEP 14	MDA	(19.90)	(75.80)	(4.2)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1893 MAY 02	18:14	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1893 MAY 18	14:49	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1894 JAN 09	05:29	(19.90)	(75.80)	(5.0)	(30)	1	2	6	Santiago de Cuba
1894 MAR 28	07:14	(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1894 MAR 28	07:59	(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1894 APR 10	18:04	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1894 JUL 29	MDA	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1894 AUG 12	06:24	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1894 AUG 15	16:44	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1894 AUG 16	07:59	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1895		(22.34)	(84.39)	-	-	1	1	?	Arroyo de Mantua
1895 FEB 12	MNN	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1896		(22.75)	(83.56)	(4.2)	(20)	1	2	5	La Palma
1896 FEB 24	20:44	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1896 APR 24	01:59	(22.51)	(79.47)	(2.8)	(10)	1	2	3	Caibarien
1896 APR 25	NCH	(22.51)	(79.47)	(3.9)	(10)	1	2	5	Caibarien
1896 SEP 20	09:29	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1897 AUG 28	MDA	(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1897 SEP 07	18:59	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1898 AUG 13	06:29	(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1898 AUG 26	16:29	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1899 SEP 16		(22.71)	(83.06)	(3.3)	(15)	1	2	4	San Cristóbal
1900 DEC 24	19:42	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1901 AUG 28	03:44	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1902 OCT 13	13:59	(19.90)	(75.80)	(4.2)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1903		(22.68)	(81.11)	(4.1)	(18)	1	2	5	Agramonte
1903 AUG 16	13:59	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1903AUG18	08:59	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1903 SEP19	07:59	(19.90)	(75.80)	(4.8)	(30)	1	2	6	Santiago de Cuba
1903 SEP 22	08:09	(19.90)	(76.00)	(5.7)	(30)	1	2	7	Santiago de Cuba
1905		(22.75)	(83.70)	(3.5)	(20)	1	2	4	San Pedro
1905		(23.05)	(82.01)	(3.1)	(10)	1	2	4	Jaruco
1905 MAY 06	20:54	(19.60)	(80.00)	(7.2)	(30)	4	4	3	Caimán (Imax CUBA)
1905 OCT 12	18:07	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1905 OCT 13	21:59	(19.90)	(75.80)	(4.8)	(30)	1	2	6	Santiago de Cuba
1905 OCT 21	14:29	(20.18)	(75.71)	(4.0)	(20)	1	2	5	Alto Songo
1906		(22.65)	(83.20)	(2.5)	(15)	1	2	3	Fierro
1906 JAN 15	MNN	(22.60)	(80.33)	(3.2)	(10)	1	2	4	Manacas
1906 MAY 06	TRD	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1906 MAY 08		(22.71)	(83.06)	(2.7)	(15)	1	2	3	San Cristóbal
1906 MAY 26	20:29	(22.71)	(83.06)	(2.7)	(15)	1	2	3	San Cristóbal
1906 JUN 05	05:59	(22.88)	(80.38)	(3.8)	(10)	1	2	5	Rancho Veloz
1906 JUN 22	07:09	(19.65)	(76.25)	(6.2)	(30)	3	4	7	Santiago de Cuba
1906 OCT		(22.20)	(84.09)	(3.3)	(20)	1	2	4	Guane
1907 FEB 19		(23.13)	(82.40)	(3.7)	(10)	1	2	5	Ciudad Habana
1907 APR 15		(23.13)	(82.40)	(3.1)	(10)	1	2	4	Ciudad Habana
1907 SEP 02	04:59	(20.66)	(75.68)	(2.6)	(10)	1	2	4	Mayarí
1907 DEC		(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1908 JAN		(22.48)	(79.55)	(2.9)	(10)	1	2	3.5	Remedios
1908 JAN 04	NCH	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1908 DEC 07	19:59	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1908 DEC 15		(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1909	NCH	(21.12)	(76.13)	(3.6)	(10)	1	2	5	Gibara
1909 JAN 24	19:29	(21.80)	(79.98)	(4.3)	(10)	1	2	6	Trinidad
1909 JAN 29		(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1909 JAN 30		(20.02)	(75.84)	-	-	1	2	?	Santiago de Cuba
1909 MAY 28	22:59	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1910		(22.34)	(84.39)	-	-	1	2		
1910		(22.63)	(83.37)	(3.0)	(15)	1	2	3.5	San Diego Baños
1910 APR 01	08:29	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1910 APR 01	08:49	(19.80)	(75.20)	(4.8)	(30)	1	3	6	Guantánamo
1910 JUN 27	15:29	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1910 AUG 13	23:59	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1910 AUG 30		(19.90)	(75.80)	(4.2)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1911 APR 26	07:14	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1911 MAY 26	07:14	(19.90)	(75.80)	(4.8)	(30)	1	3	6	Santiago de Cuba
1911 OCT 26		(21.20)	(76.61)	(2.7)	(10)	1	2	4	Puerto Padre
1912	20:00	(21.06)	(76.45)	(2.7)	(10)	1	2	4	Los Alfonsos
1912 JAN 03	NCH	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1912 MAY 06	NCH	(22.51)	(79.69)	(3.1)	(10)	1	2	4	San Ant Vueltas
1912 AUG 21	14:29	(20.89)	(76.27)	(3.2)	(10)	1	3	4	Holguín
1913		(22.34)	(84.39)	(3.5)	(20)	1	2	4	Arroyo de Mantua
1913		(22.15)	(80.45)	(3.1)	(10)	1	2	4	Cienfuegos
1913 FEB 11	02:29	(20.18)	(75.71)	(4.0)	(20)	1	2	5	Alto Songo
1914		(22.15)	(80.45)	(3.5)	(10)	1	2	4.5	Cienfuegos
1914 FEB 11	07:29	(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1914 FEB 11	07:34	(20.11)	(75.77)	(3.2)	(15)	1	2	4	S. Cuba-A.Songo
1914 FEB 11	09:32	(19.90)	(75.80)	(4.3)	(20)	1	3	5	Santiago de Cuba
1914 FEB 28	05:19	(21.22)	(76.17)	(6.2)	(32)	4	4	7	Gibara
1914 MAY 27	06:59	(22.71)	(82.28)	(3.1)	(10)	1	2	4	Batabanó
1914 MAY 28	03:29	(22.71)	(82.28)	(3.7)	(10)	1	2	5	Batabanó
1914 AUG		(19.91)	(77.33)	(4.2)	(20)	1	2	5	Pilón
1914 DEC 25	05:19	(19.45)	(76.30)	(6.7)	(30)	4	4	7	Santiago de Cuba
1916 FEB 11		(21.10)	(76.48)	(3.6)	(10)	1	3	5	Giba-P.Padre-S.Ag
1916 APR 13		(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1918 JUL	17:00	(21.87)	(79.84)	(3.1)	(10)	1	3	4	Condado
1919 FEB 10	MNN	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1920		(20.66)	(76.03)	(2.6)	(10)	1	3	4	Cueto
1920		(22.81)	(80.08)	(3.1)	(10)	1	2	4	Sagua la Grande
1920		(22.51)	(79.71)	(2.9)	(10)	1	2	3.5	San Ant. Vueltas
1920 FEB		(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1920 NOV 04	02:29	(20.66)	(75.27)	(2.7)	(10)	1	2	4	Cayo Mambí
1921 SEP 23		(22.91)	(82.61)	(3.1)	(10)	1	2	4	Caim-Ceiba Agua
1921 NOV 18	09:56	(19.80)	(75.20)	(4.8)	(30)	1	2	6	Guantánamo
1922 JAN 27	17:59	(20.25)	(76.00)	(2.6)	(10)	1	2	3.5	Dos Ríos
1922 JAN 27	20:29	(19.80)	(75.20)	(4.3)	(20)	1	3	5	Guantánamo
1925		(21.84)	(78.77)	(3.0)	(15)	1	2	3.5	Ciego de Avila
1925		(22.35)	(83.50)	(3.1)	(10)	1	2	4	Cay Largo (PIRIO)
1925 OCT 17		(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1926		(22.60)	(80.33)	(3.2)	(10)	1	2	4	Manacas
1926		(21.94)	(79.18)	(2.9)	(10)	1	2	3.5	Jatibonico
1926 AUG 03	11:30	(20.30)	(77.10)	(5.4)	(15)	2	3	7	Manzanillo

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1927 JAN		(22.77)	(81.02)	(3.6)	(18)	1	2	4	Perico
1927 MAR 01	03:00	(20.38)	(76.66)	(3.7)	(15)	1	3	5	Bayamo
1927 MAR 05	04:17	(20.15)	(75.58)	(5.3)	(20)	3	4	6	S. Cuba- Guantánamo
1928 JUN 05		(22.77)	(81.02)	(3.0)	(18)	1	2	3	Perico
1928 JUN 05	15:45	(20.21)	(75.13)	(4.0)	(20)	3	4	5	Jamaica (Guantánamo)
1928 AUG 17	08:10	(19.90)	(75.80)	(4.2)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1929		(22.29)	(84.29)	(2.9)	(20)	1	2	3	Mantua
1929 APR 21	00:10	(19.80)	(75.20)	(4.1)	(20)	1	2	5	Guantánamo
1930 JAN 17	12:00	(19.90)	(76.00)	(5.8)	(25)	3	4	7	Santiago de Cuba
1931	12:00	(22.23)	(79.33)	(3.1)	(10)	1	3	4	Jarahueca
1931 AUG 12	18:00	(22.81)	(80.08)	(3.1)	(10)	1	2	4	Sagua la Grande
1931 AUG 12	18:30	(22.81)	(80.08)	(2.8)	(10)	1	2	3	Sagua la Grande
1931 OCT 01	TRD	(23.00)	(80.40)	-	-	1	2	-	TSUNAMI- PlayaPanchita
1932		(23.13)	(82.40)	(3.1)	(10)	1	2	4	Ciudad Habana
1932		(22.98)	(80.59)	(2.8)	(10)	1	2	3	Corralillo
1932	DIA	(21.87)	(79.84)	(3.5)	(10)	1	2	4.5	Condado
1932 FEB 03	06:15:55.0	19.80 (19.75)	75.80 (75.58)	6.75 (6.8)	- (35)	4	5	8	Santiago de Cuba
1932 JUN 06	09:12:45.0	19.60 (19.75)	76.50 (75.50)	- (5.4)	- (30)	4	5	6	Santiago de Cuba
1932 DEC 06	09:30	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	5	4	Santiago de Cuba
1932 DEC 12	23:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1933		(22.05)	(79.46)	(3.1)	(10)	1	2	4	Guayos
1933 JAN 13	06:13	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1933 JAN 14	11:30	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1933 FEB 02	MDA	(20.02)	(75.84)	-	-	1	2	?	Santiago de Cuba
1933 FEB 02	16:45	(20.02)	(75.84)	-	-	1	2	?	Santiago de Cuba
1933 MAR 08	14:45	(19.90)	(75.80)	(4.2)	(20)	1	1	5	Santiago de Cuba
1933 MAY 05	13:28	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	1	5	Santiago de Cuba
1933 JUN 20	11:57	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	3	3	Santiago de Cuba
1933 JUN 20	14:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1933 JUL 13	02:50	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1933 JUL 14	03:10	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1933 AUG 26	18:50	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1933 SEP 29	12:58	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1933 OCT 06		(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1933 OCT 14	08:05	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1933 NOV 06	12:25	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1933DEC17	23:25	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1934		(22.66)	(80.19)	(3.1)	(10)	1	2	4	Rodrigo
1934		(22.35)	(80.28)	(3.1)	(10)	1	2	4	Cruces
1934	MDA	(22.14)	(78.98)	(3.1)	(10)	1	2	4	Florencia
1934 FEB 12	04:30	(19.90)	(75.80)	(4.8)	(30)	1	3	6	Santiago de Cuba
1934 MAY 12	20:40	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1934 AUG 22	19:20	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1934 SEP 18	09:30	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1934 OCT 05	22:15	(19.90)	(75.80)	(4.8)	(30)	1	3	6	Santiago de Cuba
1935		(20.34)	(74.50)	(3.5)	(10)	1	2	5	Baracoa
1935 JAN 08	07:00	(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1935 JAN 15	02:00	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1935 JAN 23	08:54	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1935 FEB 12	00:10	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1935 FEB 24	05:37	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1935 MAR 10	22:45	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1935 SEP 15	22:30	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1935 OCT 07	06:30	(19.90)	(75.80)	(4.7)	(20)	1	2	5.5	Santiago de Cuba
1935 OCT 07	23:00	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1935 OCT 18	04:40	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1935 OCT 30	23:00	(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1936		(22.05)	(83.99)	-	-	1	1	?	Cortes
1936		(21.84)	(78.77)	(3.0)	(10)	1	2	4	Ciego de Avila
1936 MAR 01		(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1936 AUG 27	21:23	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1936 OCT 18		(20.17)	(75.64)	(4.0)	(20)	1	2	5	La Maya
1936 DEC 19	15:30	(22.34)	(79.34)	(3.5)	(15)	3	4	4.5	Yaguajay
1937	NCH	(21.16)	(76.47)	(3.2)	(10)	1	2	4.5	CAI J. Menéndez
1937	21:30	(20.66)	(76.03)	(2.8)	(10)	1	2	3.5	Cueto
1937 JAN 01	16:00	(22.29)	(79.20)	(3.1)	(10)	1	3	4	Centeno
1937 JAN 05	23:45	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1937 JAN 07		(22.31)	(79.24)	-	-	1	1	?	Yaguajay
1937 JAN 08	MDA	(22.33)	(79.26)	(3.1)	(10)	1	3	4	CAI O. Morales
1937 MAR 07	02:15	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1937 MAR 18	13:35	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1937 APR 17		(22.71)	(83.06)	(2.7)	(15)	1	2	3	San Cristóbal
1937 MAY 14	DIA	(22.78)	(80.08)	(3.6)	(10)	3	4	5	Sagua la Grande
1937 JUL 07	09:20	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1937 SEP 19	23:15	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1937 OCT 12		(20.02)	(75.84)	-	-	1	2	?	Santiago de Cuba
1937 OCT 17	06:20	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1937 DEC 12	18:45	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1937 DEC 12	20:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1937 DEC 13	18:45	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1937 DEC 13	20:00	(19.80)	(75.80)	(4.8)	(30)	1	2	6	Santiago de Cuba
1937 DEC 20	15:35	(22.71)	(83.06)	(4.5)	(15)	1	2	6	San Cristóbal
1938	TRD	(20.76)	(76.04)	(3.2)	(10)	1	2	4.5	CAI López Peña
1938 MAR 11	02:06	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1938 MAR 29	07:20	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1938 APR 06	03:30	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1938 JUN 30		(22.51)	(79.47)	(2.8)	(10)	1	2	3	Caibarien
1938 JUL 29		(22.48)	(79.55)	(2.8)	(10)	1	2	3	Remedios
1938 SEP 23	21:50	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1938 OCT	02:00	(22.30)	(79.73)	(2.9)	(10)	1	2	3	Caibarien- Manicaragua
1938 OCT 07	19:59	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1938 NOV	15:25	(22.31)	(79.24)	(3.1)	(10)	1	2	4	Yaguajay
1938 NOV 10	15:25	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1939	NCH	(21.12)	(76.13)	(3.0)	(10)	1	2	4	Gibara
1939 JAN 01	14:00	(22.31)	(79.24)	(2.9)	(10)	1	2	3	Yaguajay-Centeno
1939 JAN 13	09:20	(22.51)	(79.47)	(3.8)	(10)	1	2	5	Caibarien
1939 JAN 13	09:30	(22.42)	(79.35)	(3.2)	(10)	1	2	4	Caibarien- Yaguajay
1939 JAN 13	09:35	(22.31)	(79.24)	(2.8)	(10)	1	2	3	Yaguajay

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1939 FEB 15		(22.31)	(79.24)	(3.1)	(10)	1	2	4	Yaguajay
1939 FEB 15	16:45	(22.60)	(83.30)	(2.7)	(15)	2	3	3	C.Sur-Pilo-S.Ctbal
1939 MAR 27	11:20	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1939 APR 20		(22.50)	(83.52)	-	-	1	1	?	Consolación Sur
1939 APR 21	20:57	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1939 MAY		(22.51)	(79.47)	(3.1)	(10)	1	3	4	Caibarien
1939 MAY 16	16:23	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1939 JUL 14		(22.51)	(79.47)	(2.8)	(10)	1	2	3	Caibarien
1939 JUL 17		(22.51)	(79.47)	(2.8)	(10)	1	2	3	Caibarien
1939 AUG 15	03:52:31.0	22.50 (22.65)	79.25 (79.40)	5.6 (5.6)	- (15)			7	Remedi-Caibarien
1939 AUG 16	04:10	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1939 AUG 19	12:00	(22.62)	(79.42)	(2.8)	(10)	1	2	3	Camajuaní
1939 NOV 04	01:00	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1940	NCH	(20.68)	(75.22)	(2.8)	(10)	1	2	3.5	Cayo Acosta
1940		(20.94)	(77.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Las Casimbas
1940	MDD	(22.29)	(84.29)	(2.9)	(20)	1	2	3	Mantua
1940		(22.30)	(83.80)	(2.7)	(15)	1	2	3	Entronq San Luis
1940 JAN		(22.48)	(79.55)	(2.8)	(10)	1	2	3	Remedios
1940 JAN 22	12:30	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1940 APR 05		(22.48)	(79.55)	(2.8)	(10)	1	2	3	Remedios
1940 JUN	NCH	(22.23)	(79.33)	(3.1)	(10)	1	2	4	Jarahueca
1940 JUN 13	06:15	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1940 JUL 30	16:05:24.0	19.40	75.10	5.6	-	1	3	6	Santiago de Cuba
1940 SEP 23	04:35	(19.90)	(75.80)	(5.0)	(30)	3	4	6	Santiago de Cuba
1940 NOV 11	22:00	(22.48)	(79.55)	(3.2)	(10)	1	2	4	Remedios
1940 DEC 02	12:30	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1941		(23.13)	(82.40)	(3.1)	(10)	1	2	4	Ciudad Habana
1941	MNN	(22.08)	(78.50)	(3.1)	(10)	1	3	4	CPA Mart Bolivia
1941	NCH	(22.50)	(79.51)	(2.8)	(10)	1	3	3	Caibari-Remedios
1941		(22.98)	(80.59)	(2.8)	(10)	1	2	3	Corralillo
1941 FEB 28	21:30	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1941 MAR 23	20:32	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1941 APR 07	23:30	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1941 APR 24	20:30	(22.81)	(80.08)	(3.1)	(10)	1	3	4	Sagua la Grande
1941 APR 25	02:15	(22.85)	(80.10)	(3.3)	(15)	3	4	4	S.Gra-Isbla-Chinch
1941 MAY 08	03:25	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1941 MAY 25		(21.73)	(77.65)	(3.0)	(10)	1	2	3.5	La Gloria
1941 JUL 10	11:15	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1941 SEP 27	15:52	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1941 OCT 29	10:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1942		(22.41)	(83.72)	(3.3)	(15)	1	2	4	Pinar del Rio
1942 MAR 09	18:10	(22.94)	(80.01)	(3.4)	(15)	1	3	4	Isabela de Sagua
1942 MAR 23	20:32	(19.90)	(75.80)	(4.4)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1942 APR	09:00	(21.07)	(76.18)	(3.1)	(10)	3	4	4.5	Tumbad-Las Bocas
1942 APR 11	05:40	(22.48)	(79.55)	(3.1)	(10)	1	2	4	Remedios
1942 JUN 04	06:00	(22.81)	(80.08)	(2.8)	(10)	1	2	3	Sagua la Grande
1942 AUG	MNN	(22.30)	(80.63)	(3.2)	(10)	3	4	4.5	Rodas
1942 SEP 25	16:55	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1942 DEC 18		(23.13)	(82.40)	(3.1)	(10)	1	2	4	Ciudad Habana
1943		(22.81)	(80.08)	(2.9)	(10)	1	2	3.5	Sagua la Grande

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1943	TRD	(20.65)	(75.55)	(3.0)	(10)	1	2	4	Levisa
1943 FEB 23	23:30	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1943 APR 01	20:25	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1943 JUL 23		(21.92)	(80.02)	(3.2)	(10)	1	2	4	Topes de Collantes
1943 JUL 29	MDA	(20.98)	(76.30)	(2.6)	(10)	1	3	3	Mayarí
1943 JUL 30	02:40	(21.85)	(80.10)	(4.6)	(15)	4	4	6	Trinidad
1943 JUL 31	02:00	(22.15)	(79.97)	(3.1)	(10)	1	2	4	Manicaragua
1943 JUL 31	03:15	(22.11)	(79.72)	(2.8)	(10)	1	2	3	Fomento
1943 AUG 16	NCH	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1943 AUG 26	12:30	(19.90)	(75.80)	(4.2)	(20)	1	3	5	Santiago de Cuba
1943 DEC	03:30	(22.21)	(79.24)	(2.9)	(10)	1	2	3.5	Iguará
1944	07:00	(20.34)	(74.50)	(3.3)	(10)	1	2	5	Baracoa
1944	15:00	(22.06)	(79.40)	(3.2)	(10)	1	2	4	La Pelada
1944	16:00	(21.98)	(79.95)	(2.9)	(10)	1	3	3	Top C.- G.Miranda
1944 JAN		(22.35)	(79.23)	(3.1)	(10)	1	3	4	CAI OMo-SBol
1944 JAN	03:00	(22.33)	(79.26)	(3.8)	(10)	1	3	5	CAI Omorales
1944 JAN 01	19:00	(22.80)	(80.10)	(3.2)	(10)	2	3	4	SGran-Isbla-Rod
1944 MAR 13	21:57	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1944 MAR 22	21:57	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1944 MAR 25	03:00	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1944 MAR 27	00:40	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1944 MAR 27	23:53	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1944 OCT 12	15:00	(22.71)	(83.06)	(4.0)	(15)	1	2	5	San Cristobal
1944 DEC 15	14:15	(20.50)	(75.70)	(4.7)	(20)	3	4	5	Sagua de Tanamo
1945	MDA	(22.29)	(84.29)	(3.5)	(20)	1	2	4	Mantua
1945	03:00	(22.15)	(79.97)	(2.8)	(10)	1	2	3	Manicaragua
1945	NCH	(22.68)	(79.71)	(3.1)	(10)	1	2	4	Arroyo Naranjo
1945 JAN 22		(20.30)	(75.80)	(4.7)	(20)	3	4	5	Santiago de Cuba
1945 OCT 27		(21.93)	(79.45)	(2.9)	(10)	1	2	3	Sancti Spiritus
1946	DIA	(21.12)	(76.13)	(2.9)	(10)	1	2	3.5	Gibara
1946		(21.84)	(79.87)	(3.1)	(10)	1	2	4	Manaca Iznaga
1946		(22.60)	(83.31)	(3.3)	(15)	1	2	4	Entq.S.D Baños
1946		(22.00)	(79.36)	(3.2)	(10)	1	2	4	Zaza del Medio
1946 JAN 30	09:10	(19.90)	(75.80)	(4.4)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1946 APR 28		(20.71)	(77.99)	(2.8)	(10)	1	2	3	Santa Cruz del Sur
1946 MAY 30	05:30	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1946 JUN 20	13:20	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1946 SEP 03	00:00	(20.34)	(74.50)	(3.5)	(10)	1	2	5	Baracoa
1946 OCT 22	13:45	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1947	MNN	(21.09)	(76.36)	(2.6)	(10)	1	2	3	Bocas
1947		(22.91)	(82.97)	-	-	1	1	?	San Claudio
1947 APR 26	04:10	(19.90)	(75.80)	(4.7)	(30)	1	2	6	Santiago de Cuba
1947 MAY 09		(20.66)	(76.03)	(3.2)	(10)	1	2	5	Cueto
1947 AUG 07	00:40:20.0	19.90 (19.80)	75.30 (75.75)	6.75 (6.3)	50 (35)	4	5	7	Santiago de Cuba
1947 SEP	MNN	(22.03)	(78.30)	(3.1)	(10)	2	3	4	CAI Bolivia
1948		(21.94)	(78.43)	(3.3)	(10)	1	4	4.5	CAI 1ro. de Enero
1948	12:00	(21.16)	(76.47)	(3.0)	(10)	1	3	4	CAI J. Menéndez
1948	01:00	(20.66)	(76.03)	(2.9)	(10)	1	2	4	Cueto
1948 JAN 07	02:36	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1948 FEB 21	02:34	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1948 MAR 23	21:22	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1948 MAR 27	05:30	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1948 JUL 31	13:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1948 SEP	20:30	(22.81)	(80.08)	(3.1)	(10)	1	3	4	Sagua la Grande
1949 JUN 19	MDA	(21.90)	(80.00)	(3.4)	(10)	3	4	5	Topes de Collante
1949 NOV 23	MDA	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1949 NOV 23	12:21	(20.65)	(77.60)	(3.9)	(20)	3	4	4	Sta.Cruz Sur-R.C
1949 DEC 27	03:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1950	TRD	(20.33)	(76.96)	(2.9)	(10)	1	2	4	Veguitas
1950		(22.80)	(80.28)	(3.1)	(10)	1	2	4	Pedro Salas
1950	MNN	(22.60)	(79.72)	(3.1)	(10)	1	2	4	Chiqui Gómez
1950 JAN 01	06:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1950 JAN 02	02:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1950 MAR 06	02:40	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1950 MAY 16	22:17	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1950 JUN 15	22:55	(19.80)	(75.20)	(5.2)	(30)	1	2	6	Guantánamo
1950 OCT 13	00:20	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1950 OCT 13	00:22	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1950 NOV 16	00:40	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1951 JAN 12	11:00	(22.48)	(79.55)	(3.1)	(10)	1	2	4	Remedios
1951 MAY 13	10:00:10.2	19.68 (20.20)	75.46 (75.95)	4.0 (4.8)	55 (15)			6	Santiago de Cuba
1951 AUG 28	13:50	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1951 SEP 06	13:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1951 NOV	NCH	(21.55)	(77.27)	(3.0)	(10)	1	2	4	Nuevitas
1951 NOV 18	10:20	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1951 DEC 22		(21.94)	(78.43)	(3.3)	(10)	1	3	4.5	CAI.Iro de Enero
1952	23:00	(21.95)	(80.12)	(3.2)	(10)	1	3	4	El Naranjo
1952		(20.66)	(76.03)	(3.2)	(10)	1	2	5	Cueto
1952		(20.66)	(76.03)	(2.6)	(10)	1	2	3	Cueto
1952 JAN 01	09:45	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1952 JAN 02	10:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1952 JAN 15	09:05	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1952 FEB 03	06:30	(22.79)	(80.16)	(3.5)	(10)	1	4	4	Q.Guines-S.Grand
1952 FEB 03	16:30	(22.85)	(80.28)	(4.0)	(15)	5	4	5	Q.Guines-Caguag
1952 MAR 09	23:20	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	3	3	Santiago de Cuba
1952 MAR 10	14:00	(22.11)	(78.63)	(4.0)	(15)	2	3	5	Moron
1952 MAR 29	00:20	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1952 APR 05	17:30	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1952 JUN 27	17:50	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1952 JUN 29	11:50	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1952 JUL 07		(21.70)	(77.85)	-	-	1	2	?	Cubitas-La Guan
1952 JUL 17	22:10	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1952 AUG		(21.55)	(77.27)	(3.0)	(10)	1	2	4	Nuevitas
1952 AUG 24	03:35	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1952 SEP 10	09:45	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1952 OCT 09	22:05	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1952 OCT 12	07:40	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1952 OCT 13	21:30	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1952 OCT 17	19:40	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1952 NOV 02	07:10	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1952 NOV 10		(21.37)	(77.92)	(2.8)	(10)	1	2	3	Camaguey
1952 NOV 13	05:05	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1952 NOV 27	01:45	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1952 NOV 29	04:10	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1952 DEC 26	08:05	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1953		(22.41)	(83.72)	(3.3)	(15)	1	2	4	Pinar del Rio
1953	15:00	(22.98)	(80.59)	(2.9)	(10)	1	2	3.5	Corralillo
1953 JAN 01	11:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1953 JAN 01	11:20	(22.10)	(78.63)	(3.9)	(5)	4	4	6	Moron
1953 JAN 01	23:20	(19.91)	(77.33)	(2.6)	(10)	1	2	3	Pilon
1953 JAN 02	15:00	(22.75)	(80.02)	(3.1)	(10)	5	4	4	S.Grand-Stto.-Isbla
1953 JAN 05	12:50	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1953 FEB 26	15:40	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1953 MAR 25	02:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1953 APR 21	18:55	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1953 MAY 05	16:30	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1953 MAY 16		(23.03)	(82.13)	(3.8)	(10)	1	2	5	Tapaste
1953 MAY 21	07:40	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1953 MAY 31	20:05	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1953 MAY 31	21:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1953 JUN 28	15:00	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1953 JUL 10	08:45	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1953 SEP 20	12:30	(21.12)	(76.36)	(3.5)	(10)	4	4	5.5	Velazco
1953 OCT 07	05:05	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1954		(22.67)	(81.67)	(3.1)	(10)	1	2	4	Hato de Jicaritas
1954	15:00	(20.66)	(76.03)	(3.0)	(10)	1	2	4	Cueto
1954	23:00	(21.88)	(78.94)	(3.2)	(10)	1	2	4	Guayacanes
1954	NCH	(22.50)	(79.60)	(3.2)	(10)	1	3	4	Zul-V.Alta-Embdr.
1954 FEB 15	23:45	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1954 MAR 07	04:50	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1954 MAR 25	DIA	(21.90)	(78.75)	-	-	1	1	?	Ciego Av-Ceballos
1954 JUN 13	16:59:14.7	19.95	75.51	4.0	-	1	2	5	Santiago de Cuba
1954 AUG	NCH	(20.66)	(76.03)	(2.9)	(10)	1	2	4	Cueto
1954 OCT 18	17:50	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1954 NOV 16	12:55	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1954 DEC 16	12:08	(20.85)	(76.40)	(4.6)	(15)	5	4	5	CAI J.Menéndez
1954 DEC 25	19:20	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1955		(21.92)	(80.13)	(3.0)	(10)	1	2	3.5	El Naranjo
1955 JAN 08	19:10	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1955 JAN 10	18:00	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1955 JAN 13	11:35	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1955 JAN 27	02:20	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1955 FEB		(20.71)	(77.99)	(2.8)	(10)	1	2	3	Santa Cruz del Sur
1955 APR 24	12:50	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1955 JUL 16	19:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1955 AUG 02	04:15	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1955 AUG 04	07:15	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1955 SEP 05	23:40	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1956		(22.81)	(80.08)	(2.8)	(10)	1	2	3	Sagua la Grande
1956	02:00	(22.11)	(79.72)	(3.1)	(10)	1	2	4	Fomento

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1956	NCH	(21.17)	(76.42)	(2.9)	(10)	1	2	3.5	Lora
1956 JAN 01	07:00	(19.90)	(75.80)	(4.2)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1956 JUN 14	07:30	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1956 JUL 09	09:40	(19.90)	(75.80)	(4.8)	(30)	1	2	6	Santiago de Cuba
1956 DEC 15	11:59	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1957 JAN 31	13:10	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1957 FEB 01	11:05	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1957 MAR 16	12:46:08.2	19.88	75.07	4.3	-	1	2	6	Santiago de Cuba
1957 APR	MNN	(21.55)	(77.27)	(2.8)	(10)	1	2	3	Nuevitas
1957 MAY 26	02:50	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1957 JUN 03	07:30	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1957 JUN 17	15:45	(20.20)	(75.20)	(3.8)	(10)	3	4	5	Guantánamo
1957 JUL 09	11:15	(19.90)	(75.80)	(4.2)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1957 SEP 11	23:30	(22.18)	(83.63)	(4.1)	(10)	5	4	5	Pinar del Rio
1957 OCT 18	05:15	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1957 NOV 08	22:50	(19.90)	(75.80)	(4.2)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1957 NOV 15		(22.29)	(84.29)	-	-	1	2	?	Mantua
1958		(22.30)	(83.55)	-	-	1	1	?	Hermanos Barcón
1958		(22.71)	(83.06)	(3.3)	(15)	1	2	4	San Cristóbal
1958	MNN	(21.87)	(78.86)	(2.9)	(10)	1	2	3	Jicotea
1958 JAN 19	06:55	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1958 FEB 21	22:20	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1958 FEB 23	18:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1958 MAR 01	20:20	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1958 MAR 02	22:30	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1958 MAR 05	22:20	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1958 APR 05	22:30	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1958 APR 11	08:50	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1958 APR 13	12:30	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1958 JUN 25	20:20	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1958 JUN 25	20:45	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1958 JUL 26	16:15	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1958 AUG 09	01:15	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1958 AUG 31	14:20	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1958 OCT		(21.12)	(76.13)	(3.0)	(10)	1	2	4	Gibara
1958 OCT 30	18:40	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1958 NOV 13	00:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1958 DEC 22	22:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1959		(22.30)	(83.55)	-	-	1	2	?	Hermanos Barcón
1959FEB08	11:05	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1959 FEB 08	11:30	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1959FEB08	21:15	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1959 FEB 24	12:05	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1959 MAR 12		(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1959 ABR 18	06:30	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1959 APR 20	03:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1959 MAY 05		(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1959 MAY 07		(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1959 MAY20		(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1959 JUN 01		(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1959 JUL 15	13:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1959 JUL 23	04:45	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1959 AUG 19		(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1959 SEP 19	11:20	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1959 SEP 19	13:30	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1959 OCT 08	10:50	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1959 OCT 21	22:10	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1959 DEC 14	14:10	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1959 DEC 19	13:40	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1960	04:00	(22.08)	(78.34)	(3.1)	(10)	1	3	4	CAI Bolivia
1960 FEB 13	13:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1960 FEB 17	21:20	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1960 FEB 21	03:45	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1960 MAR 13	20:50	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1960 MAY 25	15:30	(22.45)	(79.48)	(4.0)	(15)	5	4	5	Remedios
1960 MAY 26	02:00	(21.55)	(77.27)	(3.2)	(10)	1	2	4	Nuevitás
1960 MAY 29	12:30	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1960 JUN 05	13:20	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1960 JUN 11	15:30	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1960 JUN 19	00:50	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1960 JUN 19	01:35	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1960 JUL 18	13:35	(22.48)	(79.55)	(2.8)	(10)	1	2	3	Remedios
1960 SEP 04	23:40	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1960 OCT 16	23:10	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1960 OCT 22	14:35	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1960 NOV 09	02:20	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1960 NOV 30	10:40	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1960 DEC		(22.48)	(79.55)	(3.1)	(10)	1	2	4	Remedios
1960 DEC 04	18:40	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1961		(20.56)	(75.96)	-	-	1	1	?	Marcané
1961	15:00	(22.45)	(79.30)	(3.5)	(15)	5	4	4.5	CAI O. Morales
1961	15:20	(22.33)	(79.26)	(3.1)	(10)	1	2	4	CAI O. Morales
1961	02:00	(22.33)	(79.26)	(3.1)	(10)	1	2	4	CAI O. Morales
1961 JAN	TRD	(22.98)	(80.59)	(3.1)	(10)	1	2	4	Corralillo
1961 JAN 21	11:40	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1961 FEB 03	14:15	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1961 FEB 12	20:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1961 MAR 07	17:30	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1961 APR 02	21:45	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1961 APR 03	02:10	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1961 APR 18	00:20	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1961 AUG 01	08:50	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1961 AUG 01	22:50	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1962 FEB 22	NCH	(20.34)	(74.50)	(3.2)	(15)	1	2	4	Baracoa
1962 FEB 22	05:10	(19.90)	(75.80)	(4.7)	(10)	1	2	6	Santiago de Cuba
1962 APR 20	05:20	(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1962 APR 23	05:50	(20.34)	(74.50)	(4.0)	(15)	1	2	5	Baracoa
1962 JUN 22	00:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1962 JUN 24		(22.71)	(83.06)	-	-	1	1	?	San Cristóbal
1962 JUL 19	MNN	(20.40)	(77.11)	(2.5)	(10)	1	2	3	Manzanillo
1962 JUL 19	10:17	(20.52)	(77.20)	(4.9)	(20)	4	4	6	Manzanillo
1962 AUG 18	10:20	(20.00)	(76.30)	(4.5)	(25)	3	4	5	Santiago de Cuba

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1962 SEP 30		(20.13)	(75.22)	(2.8)	(15)	1	2	3	Guantánamo
1962 NOV	04:40	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1963 JAN	MNN	(22.48)	(79.55)	(3.1)	(10)	1	2	4	Remedios
1963 APR 17	08:15	(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1963 APR 19	11:15	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1963 APR 20	12:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1963 MAY 03	12:00	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1963 MAY 03	13:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1963 MAY 12	00:40	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1963 MAY 12	02:00	(20.02)	(75.84)	-	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1963 MAY 12	06:00	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1963 MAY 17	08:15	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1963 MAY 20	12:00	(20.02)	(75.84)	(2.8)	(15)	1	2	3	Santiago de Cuba
1963 AUG 26	NCH	(22.48)	(79.55)	(2.8)	(10)	1	2	3	Remedios
1964		(21.94)	(78.43)	(3.1)	(10)	1	2	4	CAI Iro de Enero
1964		(22.16)	(83.84)	(3.3)	(15)	1	2	4	Punta de Cartas
1964 MAR 27	NCH	(22.07)	(81.04)	(3.7)	(10)	1	2	5	Girón
1964 JAN 03	06:16	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1965		(22.78)	(83.45)	-	-	1	1	?	Cajalbana
1966		(22.64)	(80.28)	(3.0)	(10)	1	2	3.5	Bermeja
1966	NCH	(20.66)	(75.27)	(2.7)	(10)	2	2	4	Cayo Mambí
1966 JUL 29	15:00	(22.31)	(79.24)	(2.8)	(10)	1	2	3	Yaguajay
1966 JUL 29	NCH	(22.31)	(79.24)	(3.1)	(10)	1	2	4	Yaguajay
1966 DEC	NCH	(21.27)	(78.15)	(2.4)	(10)	3	4	3	Vertientes
1967 FEB 16	05:01	(20.58)	(75.26)	(2.4)	(10)	1	2	3	Sagua de Tanamo
1967 FEB 16	05:02	(20.58)	(75.26)	(2.6)	(10)	1	2	4	Sagua de Tanamo
1967 FEB 16	05:03	(20.58)	(75.26)	(2.4)	(10)	1	2	3	Sagua de Tanamo
1967 FEB 17	01:05	(20.58)	(75.26)	(2.4)	(10)	1	2	3	Sagua de Tanamo
1967 MAR 19	00:35	(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1967 JUN 04	06:16	(19.90)	(75.80)	(4.3)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1967 SEP 19	NCH	(20.91)	(77.29)	(3.0)	(10)	1	2	3	Jobabo
1967 SEP 20		(19.90)	(75.80)	(4.1)	(20)	1	2	5	Santiago de Cuba
1967 DEC		(20.13)	(75.22)	(2.6)	(10)	1	2	4	Guantánamo
1968		(20.13)	(75.22)	(2.4)	(10)	1	2	3	Guantánamo
1968		(22.98)	(80.59)	(3.1)	(10)	1	2	4	Corralillo
1968 APR 28	02:46:31.0	19.51	75.17	/2.1/	45	1	2	4	Santiago de Cuba
1968 JUN 05		(20.02)	(75.84)	(3.2)	(15)	1	2	4	Santiago de Cuba
1968 SEP 17	17:51:56.6	20.00	75.96	/1.3/	27	1	2	4	Santiago de Cuba
1968 OCT 11	02:38:24.0	19.88	75.92	/3.3/	48			6	Santiago de Cuba
		(20.00)	(75.85)	(4.8)	(25)	4	5		
1969	MNN	(21.98)	(78.25)	(3.1)	(10)	1	2	4	Miraflores
1969 FEB 16	23:07:22.0	19.85	75.90	/3.3/	23	1	2	5.5	Santiago de Cuba
1969 JUN	03:00	(22.14)	(78.98)	(3.1)	(10)	1	3	4	Florencia
1969 DEC	NCH	(22.18)	(78.98)	(3.1)	(10)	1	3	4	Mabuya
1970	MNN	(20.67)	(76.89)	(2.9)	(10)	1	2	3.5	Vado del Yeso
1970 APR 27	11:55	(23.05)	(81.58)	(3.1)	(10)	1	2	4	Matanzas
1970 MAY 28	07:18:14.0	(19.75)	(76.25)	(3.4)	-	1	2	3	Santiago de Cuba
1970 MAY 29	19:15:47.0	19.75	76.25	(3.5)	70	1	2	3	Santiago de Cuba
1970 JUL 24	TRD	(22.90)	(83.16)	(3.0)	(20)	1	2	3.5	Bahia Honda
1970 OCT 16	13:07:22.0	23.10	82.90	(3.6)	(10)	1	2	3	Bahia Honda
1970 NOV 11	14:24:47.0	21.90	79.50	(3.2)	-			4	Sancti Spíritus
		(21.90)	(79.38)	(2.9)	(10)	3	5		

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1971 JUL 26	15:26:49.0	21.93 (21.92)	79.13 (79.08)	(3.3) (3.0)	- (10)			4.5	Purialito
1971 SEP 19	21:45:28.0	19.93	75.85	(3.6)	28	1	2	4	Santiago de Cuba
1972		(21.93)	(84.47)	-	-	1	1	?	La Bajada
1972	20:00	(21.08)	(76.28)	(2.3)	(10)	1	3	3	Velazco
1972 JAN 27	20:27:41.0	19.90	75.80	(3.2)	10	1	2	4	Santiago de Cuba
1972 JUN 27	00:12	21.90 (21.81)	78.10 (78.09)	(3.0)	(5)	5	5		Esmeralda
1972 DEC 26	18:14:57.0	19.85	75.15	(4.0)	82	1	2	4	Santiago de Cuba
1972 DEC 27	11:21:05.0	19.90	75.53	(3.2)	29	1	2	4	Santiago de Cuba
1973		(22.66)	(83.58)	(2.8)	(20)	1	2	3	San Andrés
1973 JAN 09	08:29:24.5	19.80	76.10	(3.4)	-	1	2	4	Santiago de Cuba
1973 MAY 20	03:00:09.3	19.75	75.52	/3.8/	29	1	2	4	Santiago de Cuba
1973 AUG 07	00:00	(21.55)	(77.27)	(2.8)	-	1	2	3	Nuevitas
1974		(22.70)	(81.20)	(3.4)	(18)	1	2	4	La Isabel
1974 JAN 14	03:12:57.0	19.85	75.63	(3.5)	21	1	2	4	Santiago de Cuba
1974 APR 08	03:18:11.0	21.80 (21.85)	78.01 (78.05)	(4.5) (4.0)	- (5)			6	Esmeralda
1974 JUN 27	13:22:47.0	21.84 (21.70)	79.34 (79.20)	- (2.8)	- (10)			3	El Jibaro
1974 AUG 28	04:01:41.5	(21.85)	(78.12)	(4.0)		1	2	4.5	Esmeralda
1974 OCT 13	05:03	(21.85)	(78.12)	/2.1/		1	2	4	Esmeralda
1974 NOV 05	06:35	(21.97)	(78.20)	(3.7)	(10)	3	4	5	Esmer-CAI Bolivia
1975		(21.08)	(76.28)	(2.5)	(10)	1	2	4	Velazco
1975		(22.70)	(79.69)	(3.1)	(10)	1	2	4	El Santo
1975 JUL 20	07:48:01.5	19.60	75.03	(3.3)	74	1	3	5	Guantán-Baracoa
1975 NOV		(20.54)	(76.83)	(2.4)	(10)	1	2	3	Cauto Embarcad
1976	NCH	(22.55)	(79.72)	(2.8)	(10)	1	3	3	Refug-VAlta-Vue
1976 JAN 05	01:19:56.0	(20.02)	(75.84)	(3.1)	-	1	1	?	Santiago de Cuba
1976 FEB 19	13:59:59.0	19.87 (19.87)	76.87 (77.20)	5.7 (6.0)	15 (15)			8	Pilón
1976 MAR 09	16:05	(22.65)	(83.01)	(2.7)	(15)	1	2	3	CAI José Martí
1976 MAR 10	15:40	(22.65)	(83.01)	(2.7)	(15)	1	2	3	CAI José Martí
1976 MAR 15	18:50	(22.65)	(83.01)	(2.7)	(15)	1	2	3	CAI José Martí
1976 APR 19	13:52:31.0	(20.96)	(76.95)	(3.1)	(10)	1	2	4	Tunas
1976 AUG 19	01:58:11.0	(19.91)	(77.33)	(2.8)		1	2	4	Pilón
1976 OCT 20	08:15	(22.32)	(79.45)	(3.1)	(10)	3	4	4	Zulueta
1976 OCT 24	02:15	(21.95)	(79.90)	(3.5)	(10)	3	4	5.5	La Felicidad
1976 NOV		(22.00)	(79.37)	(3.0)	(5)	1	2	4	Zaza del Medio
1976 DEC06	03:22:54.5	19.70	75.50	(3.5)	-	1	2	4	Santiago de Cuba
1976 DEC 06	03:50:46.0	19.80	75.60	(3.2)	-	1	2	3	Santiago de Cuba
1976 DEC 09	22:48:15.0	19.95	76.20	(3.5)	-	1	2	3	Santiago de Cuba
1976 DEC 28	19:41:03.5	19.84	75.50	(3.5)	29	1	2	3	Santiago de Cuba
1977	DIA	(22.68)	(80.15)	(2.8)	(10)	1	2	3	Amaro
1977 FEB 11	01:15	(21.85)	(78.12)	(3.0)	(5)	1	2	4	Esmeralda
1977 JUN 30	06:11:19.0	19.80	75.60	(3.3)	33	1	1	?	Sigua
1978		(23.05)	(81.58)	(2.5)	(10)	1	2	3	Matanzas
1978	10:00	(22.24)	(83.58)	(3.1)	(10)	1	2	4	La Coloma
1978	16:00	(22.05)	(83.99)	(2.9)	(18)	1	2	3	Cortes
1978	TRD	(22.66)	(83.95)	(3.2)	(20)	1	2	3.5	Santa Lucia

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1978 SEP	01:45	(21.08)	(76.28)			1	2	4	Velazco
1978 SEP 14	20:35	(21.90)	(82.80)	(3.1)	(10)	1	2	3	Nueva Gerona
1978 NOV 13	07:43:13.0	19.85 (19.90)	76.02 (76.08)	4.7 (4.8)	0 (15)			6	Santiago de Cuba
1979	15:00	(20.40)	(77.11)	(3.1)	(10)	1	2	4	Manzanillo
1979	NCH	(22.64)	(79.75)	(3.1)	(10)	1	2	4	Vega Redonda
1979 MAY 18	17:01:40.0	20.22	75.93	(3.7)	5	1	2	5	Santiago de Cuba
1979 AUG 27	23:03:08.0	20.38	74.45	(3.9)	25	1	2	3	Baracoa
1979 SEP 05	21:05:36.2	20.06	74.90	[2.1]	2	1	2	4	Guantánamo
1979 NOV 19	06:00	(22.48)	(79.55)	(3.1)	(10)	1	2	4	Remedios
1980 FEB 08	20:38:50.2	19.58	75.56	4.2	53	1	3	4	Santiago de Cuba
1980 MAR 11	03:57:07.6	21.28 (21.13)	76.48 (76.57)	(3.9) (3.0)	12.5 (10)			4.5	Puerto Padre
1980 JUL 31	06:17:55.0	20.42	74.10	(3.1)	7.5	1	2	4	La Maquina
1980 AUG 03	21:59:42.4	19.93	75.50	(3.3)	15	1	1	?	Santiago de Cuba
1980 OCT 18		(22.60)	(83.71)	(2.7)	(20)	1	2	3	Viñales
1980 OCT 24		(22.60)	(83.71)	(2.7)	(20)	1	2	3	Viñales
1980 OCT 25		(22.60)	(83.71)	(2.7)	(20)	1	2	3	Viñales
1980 NOV		(20.34)	(74.50)	(2.6)	(10)	1	2	3	Baracoa
1981	18:15	(20.66)	(76.03)	(2.8)	(10)	1	2	3.5	Cueto
1981		(22.90)	(83.16)	(2.8)	(15)	1	2	3	Bahia Honda
1981 FEB 01	01:22:45.9	19.84	75.59	(3.0)	25	1	1	?	Santiago de Cuba
1981 FEB 15	05:31:07.0	19.97	76.24	(2.7)	17.5	1	1	?	Santiago de Cuba
1981 MAY 24	19:25:39.0	19.93	75.48	(3.3)	30	1	2	4	Santiago de Cuba
1981 JUN 09	23:03	(22.28)	(83.84)	(3.0)	(15)	1	2	3.5	San Juan Martínez
1981 JUN 11	18:35	(22.25)	(83.45)	(3.7)	(10)	5	4	5	Alonso de Rojas
1981 JUL 05	22:10:07.8	20.03	75.94	(3.1)	2.5	1	2	3	Santiago de Cuba
1981 SEP 30	00:54	(22.35)	(83.57)	(3.1)	(10)	1	2	4	IPUEC J.L.Esteva
1981 NOV 17	19:00:40.4	20.18	75.27	(2.3)	0	1	2	3	Guantánamo
1981 NOV 11	20:30	(22.16)	(84.10)	(3.9)	(15)	1	2	4	Isabel Rubio
1982		(21.97)	(84.15)	(2.9)	(18)	1	2	3	Las Martinas
1982		(20.66)	(76.03)	(2.9)	(10)	1	2	4	Cueto
1982	19:00	(22.66)	(83.96)	(3.5)	(20)	1	2	4	Santa Lucia
1982 FEB 05	15:53:23.4	20.02	75.90	[2.4]	12.5	1	2	3.5	Santiago de Cuba
1982 MAR 10	09:36:50.0	19.86	75.46	(3.6)	22.5	1	2	4	Santiago de Cuba
1982 JUN 30	14:55:20.4	19.77	75.31	(3.0)	12.5	1	2	4	Santiago de Cuba
1982 NOV	(22.59)	(81.24)	(2.8)	(20)		1	2	3	La Yuca-Torriente
1982 DEC 16	20:20:17.0	22.61 (22.60)	81.23 (81.40)	5.0 (4.8)	30 (22)			6	Torriente-J.Grande
1983 JAN 21	21:00	(22.91)	(80.05)	(2.9)	(10)	1	3	3.5	S.Gran-Isbla.-Fnlet
1983 JAN 22	00:41:16.0	23.22 (22.77)	79.72 (80.05)	- (2.9)	- (10)			4.5	S.Gran-Stto.-Viana
1983 FEB		(20.66)	(76.03)	(2.6)	(10)	1	2	3	Cueto
1983 OCT	NCH	(20.66)	(75.85)	(2.8)	(10)	1	2	3.5	Mayarí-Cueto
1983 DEC 01	00:09:18.7	19.95 (19.97)	75.89 (75.87)	3.6 (3.8)	17 (15)			5	Mar Verde
1983 DEC 14	03:09:56.1	20.01	76.02	(3.3)	20	1	2	4	Santiago de Cuba
1984 JAN	MDA	(22.60)	(83.71)	(2.9)	(20)	1	2	3.5	Viñales
1984 JAN	MNN	(22.60)	(83.71)	(2.7)	(20)	1	2	3	Viñales
1984 FEB 23	14:56:49.4	19.91 (20.05)	75.41 (75.70)	(2.8) (3.0)	10 (15)			4	Los Pataos

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1984 APR 02	06:37:15.9	19.92 (20.10)	76.89 (76.80)	(3.6) (4.3)	20 (20)	5	5	5	Caña Brava
1984 APR 02	10:15:55.5	19.99 (19.90)	76.76 (76.92)	(2.7) (3.7)	12.5 (20)	5	5	4	Ocujal del Turq
1984 APR 02	19:58:18.3	19.92	76.79	(2.4)	15	1	1	3.5	Las Mercedes
1984 APR 21	07:11:01.9	19.96 (20.10)	74.19 (74.16)	(3.2) (3.2)	22.5 (20)	5	5	4	El Diamante
1984 APR 25	01:34:35.0	19.72	77.82	(3.4)	20	1	1	3.5	Pilón
1984 MAY 03	17:47:10.8	19.82 (19.93)	75.50 (75.28)	(3.4) (4.0)	17.5 (18)	5	5	5	Caimanera
1984 MAY 05	13:22:29.8	19.85 (19.95)	75.84 (75.85)	(3.6) (3.2)	12.5 (15)	5	5	4	Aerop A Maceo
1984 MAY 16	02:50:37.0	22.85 (22.93)	79.90 (80.50)	[2.6] (3.4)	7.5 (15)	5	5	4.5	San Vicente
1984 AUG 20	02:37:44.9	19.92 (20.14)	76.47 (76.50)	(3.4) (4.1)	17.5 (22)	5	5	5	Chivirico
1984 AUG 30	00:26:27.3	19.95 (20.03)	76.89 (77.00)	(2.2) (2.2)	7.5 (5)	5	5	4	San Lorenzo
1984 OCT 21	11:48:12.4	19.93	75.79 (75.59)	(3.0) (3.0)	12.5 (15)	5	5	4	El Oasis
1984 OCT 23	14:55:49.7	19.97 (19.97)	76.01 (75.72)	(2.8) (3.0)	12.5 (10)	5	5	4	Santiago de Cuba
1984 OCT 27	05:51:29.1	20.09 (20.05)	76.10 (76.12)	(3.4) (4.4)	12.5 (15)	5	5	6	Aserradero
1984 NOV 07	07:42:22.0	(22.51)	(79.47)	(2.6)	-	1	1	3	Caibarien
1984 DEC 26	03:50:10.0	20.07	77.12	(2.3)	20	1	1	3	Las Mercedes
1984 DEC 31	22:45:29.0	19.90	77.01	(3.3)	12.5	1	1	4	Las Mercedes
1985 JAN 12	07:45:22.0	21.83 (21.88)	80.29 (79.94)	(2.9) (3.3)	(15) (10)	5	5	4.5	Topes de Collantes
1985 JAN 24	21:59:30.7	19.86 (19.95)	75.87 (75.70)	(3.4) (3.2)	17.5 (15)	5	5	4.5	Juraguá
1985 FEB	TRD	(22.60)	(83.71)	(3.3)	(20)	1	1	4	Viñales
1985 MAY 01	15:06:45.1	19.75 (19.81)	75.78 (75.65)	(3.5) (3.2)	15 (15)	5	5	4	Berraco
1985 MAY 19	13:04:16.7	19.97 (19.97)	75.43 (75.50)	(2.6) (3.1)	17.5 (15)	5	5	4	Baconao
1985 JUN 21	02:51:48.4	19.95 (19.93)	75.70 (75.65)	(2.8) (3.0)	27.5 (15)	5	5	4	El Oasis
1985 JUL 24	21:19:51.3	18.97	74.93	(3.9)	10	1	1	3	Rio Carpintero
1985 AUG 24	01:43:01.0	19.79	75.53	(2.9)	30	1	1	3	Rio Carpintero
1985 SEP 01	01:01:00.2	19.86 (19.95)	75.39 (75.80)	(4.4) (4.5)	37.5 (20)	5	5	5	Baconao
1985 SEP 02	08:56:15.4	20.00	75.24	(2.8)	10	2	3	4	Baconao
1985 NOV 04	04:26:19.0	19.86	75.57	(3.0)	10	1	3	3	Baconao
1985 NOV 08	03:33:55.5	19.96 (19.90)	75.90 (75.45)	(4.0) (4.0)	22.5 (20)	5	5	5	Caimanera
1985 NOV 14	17:35:25.1	19.87 (19.80)	75.93 (75.85)	(3.4) (3.4)	22.5 (20)	5	5	3.5	Caletón Blanco
1985 DEC 01	15:19:02.6	19.78	75.55	(2.8)	17.5	1	2	3	Baconao
1985 DEC 05	08:49:32.5	20.15	75.23	(2.7)	7.5	1	2	3	Baconao
1985 DEC 22	12:33:21.0	19.81	75.80	(3.1)	15	1	1	?	Santiago de Cuba

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1986		(22.48)	(84.24)	(3.5)	(20)	1	2	4	Dimas
1986 JAN 07	21:47:11.4	19.80 (20.00)	75.68 (75.75)	(2.7) (2.8)	10 (10)	5	5	4	Siboney
1986 JAN 07	21:47:51.0	19.76 (19.80)	75.72 (75.72)	[2.8] (2.8)	10 (10)	3	5	3.5	El Oasis
1986 JUN 16	14:53:02.5	19.90 (20.00)	76.88 (77.10)	(2.7) (2.8)	5 (7)	3	5	4	San Loren-M.Frio
1986 AUG 07	21:31:07.9	20.00	74.81	(3.3)	2.5	1	1	?	Macambo-Sabanalamar
1986 AUG 31	10:59:10.2	20.06 (20.05)	75.16 (75.40)	(3.4) (3.5)	15 (15)	5	5	4.5	Ramón de las Yag
1986 OCT 03	20:01:33.1	19.92 (19.87)	75.45 (75.45)	(3.1) (3.3)	25 (25)	3	5	4	Baconao
1986 OCT 08	04:51:46.0	22.22 22.19	78.70 78.90	(3.0) (3.0)	7.5 (5)	5	5	5	Chambas
1986 OCT 10	05:20:19.0	19.40	77.75	(2.1)	12.5	1	2	3	Cabo Cruz
1986 OCT10	22:46:20.8	19.83	76.36	(3.4)	5	2	2	3	Chivirico
1986 NOV 02	14:14:07.2	19.87	75.64	(3.3)	17.5	2	3	3	M.Prehist.(Bacon)
1986 DEC 02	02:02:10.0	19.36	75.14	(2.5)	20	2	3	3	Baconao
1986 DEC 16	02:17:42.0	19.72 (19.95)	75.50 (75.50)	(3.2) (3.3)	20 (20)	5	5	4	Baconao
1987 FEB	TRD	(22.60)	(83.71)	(2.7)	(20)	1	2	3	Viñales
1987 FEB 03	22:12:11.2	19.88 (20.10)	76.74 (76.90)	(3.0) (3.0)	7.5 (15)	5	5	3.5	Frio Na-V.Jibacoa
1987 APR 07	22:48:24.5	19.88	76.59	[2.2]	10	2	3	3	Gabiro Arriba
1987 APR 11	14:49:21.2	20.43 (20.33)	76.69 (76.56)	[3.3] (3.3)	7.5 (15)	5	5	4.5	Bayamo
1987 APR 15	00:11:02.0	19.88	75.70	[2.8]	7.5	1	1	?	Santiago de Cuba
1987 APR 25	17:48:42.6	20.41 (20.38)	76.65 (76.50)	(3.2) (3.3)	2.5 (15)	5	5	4.5	Bayamo
1987 APR 25	20:14:13.0	20.34 (20.35)	76.60 (76.55)	(2.7) (2.5)	2.5 (10)	5	5	3.5	Cca.Blan-Casibac
1987 APR 25	23:49:22.0	20.37 (20.35)	76.61 (76.55)	(2.6) (2.8)	5 (15)	5	5	4	Cruce de Figuer
1987 JUL 07	22:06:02.2	19.92 (19.92)	75.62 (75.54)	(3.4) (3.3)	25 (20)	5	5	4.5	Cazonal
1987 JUL 08	05:49:53.8	19.89 (19.92)	75.62 (75.50)	(3.3) (3.3)	25 (15)	5	5	4	Juraguá
1987 NOV 07	12:50:41.4	19.98 (19.95)	75.88 (75.82)	(3.7) (3.5)	17.5 (15)	5	5	4.5	Santiago de Cuba
1987 NOV 15	20:57:10.2	19.90 (20.01)	75.37 (75.60)	(3.3) (2.5)	15 (5)	5	5	4	Ramón de Yagu
1987 DEC 30	14:18:08.0	19.86	75.32	(3.1)	20	1	1	?	Ramón de las Ya
1988 JAN 04	10:33:30.0	22.32 (22.24)	78.94 (78.78)	(3.2) (2.9)	20 (15)	5	5	3.5	Maria
1988 JAN 05	02:24:13.5	19.87 (19.90)	75.43 (75.30)	(3.5) (4.0)	27.5 (20)	5	5	5	Playa Borrachos
1988 FEB 15	12:25:53.8	20.05 (20.05)	75.85 (75.85)	(3.0) (2.8)	17.5 (20)	5	5	3	Santiago de Cuba
1988 FEB 15	14:50:25.8	20.09 (20.00)	75.83 (75.80)	(2.4) (2.6)	15 (15)	5	5	3	Ciudamar

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1988 FEB 16	18:55:35.5	19.87 (19.91)	75.70 (75.48)	(2.6) (2.8)	25 (20)	5	5	3.5	Laguna Baconao
1988 MAR 20	22:17:10.6	19.86 (19.95)	75.52 (75.54)	(2.9) (3.3)	27.5 (20)	5	5	4	Cazonal
1988 MAR 27	09:12:14.2	20.43 (20.35)	76.73 (76.60)	(3.0) (3.2)	20 (15)	5	5	4	Bayamo
1988 MAR 29	20:28:50.1	20.42 (20.35)	76.72 (76.60)	(2.8) (3.0)	22.5 (15)	3	5	4	Horno Abajo
1988 MAY 31	06:39:45.0	19.92	76.93	(2.7)	10	1	2	3	Las Mercedes
1988 JUN	NCH	(22.65)	(83.01)	(2.7)	(15)	1	2	3	CAI José Martí
1988 JUN 24	21:51:46.6	19.96 (20.08)	76.89 (77.09)	(2.6) (2.6)	12.5 (10)	3	5	4	La Sierra
1988 JUL 04	05:27:21.2	19.83 (20.00)	75.65 (75.80)	(2.9) (3.2)	20 (20)	5	5	4	Las Guásimas
1988 JUL 04	05:31:53.0	19.83	75.65	(2.7)	20	1	2	2.5	Las Guásimas
1988 JUL 04	05:35:27.0	19.74 (19.74)	75.69 (75.69)	[3.4] (3.6)	20 (20)	3	5	4	Las Guásimas
1988 AUG 28	13:08:55.7	19.90	75.64	(2.6)	22.5	1	2	3	Berraco
1988 SEP	NCH	(22.70)	(83.71)	(2.7)	(15)	1	2	3	CAI José Martí
1988 NOV 12	03:34:48.0	18.16	76.74	(4.6)	33	5	3	4	Pilón
1988 NOV 14	21:44:37.8	21.15 (21.13)	76.07 (76.07)	(2.8) (2.8)	12.5 (10)	3	5	4	Palmarito
1988 DEC 04	03:34:53.4	19.83 (19.83)	74.82 (74.56)	(3.6) (3.4)	33 (17)	5	5	5	Imias
1988 DEC 10	19:13:46.0	19.86 (19.80)	75.20 (75.40)	(3.5) (3.4)	10 (10)	3	5	4	Baconao
1988 DEC 18	12:26:08.0	19.57	77.86	[3.0]	30	1	3	3	Pilón
1988 DEC 18	15:03:54.0	19.44	77.95	(2.4)	30	1	3	3	Pilón
1989 FEB 12	14:26:45.6	19.71 (19.82)	74.32 (74.74)	(4.4) (4.4)	20 (20)	5	5	4.5	Imias
1989 FEB 15	12:28:49.2	19.69 (19.68)	77.97 (77.82)	(3.5) (3.5)	10 (10)	5	5	4	Cabo Cruz
1989 MAR 01	22:30:18.8	19.78 (19.75)	75.58 (75.42)	(3.0) (3.0)	10 (10)	5	5	3	Baconao
1989 MAR 06	07:41:38.4	19.77 (19.87)	76.20 (76.05)	(2.6) (2.9)	15 (15)	5	5	3.5	Aserradero
1989 MAR 27	00:46:17.2	19.93 (19.95)	75.40 (75.54)	(2.7) (3.2)	20 (15)	5	5	4	Baconao
1989 APR 14	03:03:01.0	19.86 (19.93)	76.90 (76.87)	(3.1) (3.3)	7.5 (10)	5	5	4.5	Ocuja del Turq
1989 MAY 08	21:28:39.2	20.00 (20.00)	76.18 (76.18)	(2.9) (2.9)	5 (10)	5	5	4	Aserradero
1989 JUN 21	01:47:45.2	19.82 (19.90)	75.40 (75.32)	(3.1) (3.4)	15 (15)	5	5	4	Hatibonico
1989 JUL 01	21:06:01.8	19.94 (19.90)	75.97 (75.87)	(3.2) (3.0)	12.5 (15)	5	5	3.5	Mar Verde
1989JUL01	21:11:47.0	19.88 (19.85)	75.98 (75.90)	(3.0) (2.8)	12.5 (15)	3	5	3	Mar Verde
1989 JUL 02	04:41:53.8	19.82 (19.90)	75.92 (76.10)	(3.5) (3.8)	20 (15)	5	5	4.5	Mar Verde
1989 JUL 02	06:24:27.4	19.80 (19.90)	75.95 (76.00)	(3.1) (3.1)	20 (15)	5	5	3.5	Mar Verde

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1989 JUL 02	18:01:36.5	19.83 (19.83)	76.17 (76.17)	(3.5) (3.2)	15 (15)	5	5	4.0	Aserradero
1989 JUL 02	18:18:42.0	19.65 (19.93)	76.13 (76.18)	(3.4) (3.7)	20 (18)	5	5	4.0	Aserradero
1989 JUL 02	21:17:05.5	19.65 (19.81)	76.13 (76.20)	(3.3) (3.3)	20 (15)	5	5	4	Aserradero
1989 JUL 10	15:21:52.2	19.87 (19.93)	75.94 (76.00)	(3.6) (3.5)	20 (15)	5	5	4	Mar Verde
1989 JUL 10	17:36:37.0	19.93 (19.93)	76.00 (76.00)	(3.1) (3.1)	10 (10)	5	5	4	Mar Verde
1989 JUL 19	23:01:32.6	19.93 (19.98)	76.05 (77.91)	(3.4) (3.5)	15 (15)	5	5	4	Santiago de Cuba
1989 AUG 06	07:39:14.7	19.84 (19.90)	75.74 (75.55)	(3.3) (3.6)	15 (15)	5	5	4.5	Siboney
1989 SEP 27	09:35:01.0	19.87 (19.87)	75.45 (75.50)	(2.8) (2.8)	17.5 (20)	5	5	3.5	Baconao
1989 OCT 09	20:18:37.2	19.72 (19.82)	75.87 (75.91)	(3.0) (2.8)	20 (15)	5	5	3	Mar Verde
1989 OCT 31	20:01:32.1	19.43 (19.90)	75.80 (75.55)	(3.5) (3.5)	20 (20)	5	5	4.5	Siboney
1990 JAN 06	16:08:23.9	19.75 (19.75)	77.11 (77.11)	(4.0) (4.3)	20 (20)	5	5	4.5	Marea de Portillo
1990 JAN 12	10:35:43.6	19.87 (19.90)	76.06 (76.05)	(3.1) (3.0)	20 (23)	5	5	3	Caletón Blanco
1990 FEB 11	22:03:04.9	19.84 (19.84)	75.76 (75.75)	(2.9) (2.9)	12.5 (15)	5	5	3	Siboney
1990 ABR 29	18:12:07.0	19.82 (19.75))	73.84 (73.84)	(4.0) (4.0)	10 (10)	5	5	3.5	Cajobabo
1990 MAY 17	23:30:38.0	19.89 (19.89)	75.52 (75.47)	(2.9) (2.9)	30 (15)	5	5	4	Sigua
1990 MAY 22	20:35:40.4	19.94 (19.98)	76.03 (76.04)	(4.8) (4.9)	15 (15)	4	5	6	Santiago de Cuba
1990 JUN 02	23:54:18.4	23.11 (22.74)	80.17 (79.98)	(3.3) (3.0)	10 (10)	5	5	4.5	La Rosita
1990 JUN 06	10:54:55.2	19.88 (19.88)	75.36 (75.36)	(3.3) (3.3)	32.5 (20)	5	5	4	Baconao
1990 AUG 16	18:06:59.5	19.74 (19.78)	75.78 (75.78)	(2.7) (2.7)	15 (10)	3	5	3	Siboney
1990 AUG 26	07:53:44.4	19.73 (19.60)	77.90 (78.20)	(4.7) (5.0)	5 (30)	5	5	5	Cabo Cruz
1990 SEP 04	08:03:03.7	19.86 (19.94)	75.82 (75.86)	(4.5) (3.5)	30 (25)	4	5	6	Santiago de Cuba
1990 OCT 03	10:05:41.9	19.89 (20.00)	75.57 (75.75)	(3.1) (3.5)	27.5 (20)	5	5	4	Siboney
1990 OCT 04	09:25:17.3	19.85 (19.90)	75.97 (75.93)	(2.9) (2.9)	10 (10)	5	5	3.5	Mar Verde
1990 OCT 30	06:22:55.0	19.95 (20.00)	75.43 (75.60)	(3.1) (3.2)	10 (15)	5	5	4	Sigua
1990 OCT 30	12:34:24.3	19.80 (19.95)	75.87 (75.98)	(4.0) (4.0)	20 (15)	5	5	5.0	Mar Verde
1990 OCT 31	03:31:11.8	19.69 (19.90)	75.78 (75.95)	(3.8) (4.2)	17.5 (15)	5	5	5	Mar Verde

FECHA	HORA (UT)	LAT. N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALIDADES
DATE	TIME (UT)	LAT.N	LON. W	M	H	F	P	I	LOCALITIES
1990 NOV 25	19:42:36.8	19.77 (19.77)	75.73 (75.97)	(2.9) (2.9)	7.5 (10)	3	5	3	Siboney
1990 DEC 11	03:08:08.6	19.87 (19.85)	75.68 (75.70)	(3.3) (3.1)	17.5 (20)	5	5	3.5	Juraguá
1990 DEC 21	07:46:21.3	19.88 (19.88)	75.93 (75.93)	(3.0) (3.0)	20 (20)	5	5	3.5	Mar Verde

ANEXO 4

EFFECTOS PRODUCIDOS POR DIFERENTES SISMOS EN EL TERRITORIO DEL ARCHIPIELAGO CUBANO

Foto 1. 1981 JUN 11 - 18:35 UT - Alonso de Rojas.

IPUEC J. L. Estevanell. Sistema Girón.

Grietas en cubierta en el segundo piso y caída de pedazos pequeños de repello.

(Foto: autor).

Foto 2. 1880 ENE 23 - 04:39 UT - San Cristóbal.

Antiguo Ingenio Delicias (cerca de Candelaria).

Grietas profundas en toda la extensión de la chimenea que por no haber continuado trabajando con posterioridad al terremoto se mantienen hasta hoy.

(Foto: autor).

Foto 3. 1982 DIC 16 - 20:20 UT – Torriente - J. Grande.

Jaguey Grande. Edificación de mampostería.

Grietas verticales largas en pared exterior.

(Foto: archivo).

Foto 4. 1939 AGO 15 - 03:52 UT – Remedios - Caibarien.

Remedios. Hospital construido de mampostería.

Grietas largas y profundas; caída de pedazos de pared en el marco de la ventana

(Foto: prensa).

Foto 5. 1974 ABR 08 - 03:18 UT - Esmeralda.

Esmeralda. Vivienda de mampostería.

Grietas en cubierta y caída de pedazos pequeños de repello.

(Foto: autor).

Foto 6. 1953 SEP 20 - 12:30 UT - Velazco.

Velazco. Edificación de mampostería.

Grieta vertical en la pared de ladrillo de la fachada. Actual carnicería de calle 26 No.2933 esquina a calle 28. Testimonio.

(Foto: autor).

Foto 7. 1914 FEB 28 - 05:19 UT - Gibara.

Gibara. Edificación de mampostería de paredes gruesas de dos plantas.

Grietas largas en paredes gruesas de ladrillo y argamaza. Actual Museo de la ciudad.

Testimonio.

(Foto: autor).

Foto 8. 1976 FEB 19 - 13:59 UT - Pilon.

Pilón. Edificación de mampostería de paredes gruesas.

Caída de pedazos de repello; grietas largas y profundas en las paredes de bloques del actual Centro Comercial.

(Foto: archivo).

Foto 9. 1947 AGO 07 - 00:40 UT - Santiago de Cuba.

Santiago de Cuba. Vivienda de cujes.

Colapso de parte de la fachada de esta vivienda sita en Santa Rita y San Félix.

(Foto: archivo).

Foto 10. 1932 FEB 03 - 06:15 UT - Santiago de Cuba.

Santiago de Cuba. Muelle de mampostería y hormigón.

Fracturas largas y profundas en el piso, así como hundimiento de partes de este Muelle de Desembarque en la Alameda.

(Foto: archivo).

Foto 11. 1932 FEB 03 - 06:15 UT - Santiago de Cuba.

Santiago de Cuba. Edificación de varias plantas de mampostería y hormigón.

Colapso del interior del antiguo Hotel Venus el cual que completamente inutilizable.

(Foto: archivo).

ANEXO 5

MAPAS DE ISOSISTAS DE TERREMOTOS QUE HAN AFECTADO AL ARCHIPIELAGO CUBANO

(Selección de casos)

No.	FECHA	HORA(UT)	I(MSK)	ZONA
1	1766 06 12	05:14	9.0	Santiago de Cuba
2	1842 05 07	22:25	10.0	La Española
3	1852 08 20	14:05	9.0	Santiago de Cuba
4	1852 11 26	08:44	8.0	Santiago de Cuba
5	1880 01 23	04:39	8.0	San Cristóbal
5a	1880 01 23	(detalle de las isosistas centrales)		
6	1906 06 22	07:09	7.0	Santiago de Cuba
7	1914 02 28	05:19	7.0	Gibara
8	1914 12 25	05:19	7.0	Santiago de Cuba
9	1930 01 17	12:00	7.0	Santiago de Cuba
10	1932 02 03	06:16	8.0	Santiago de Cuba
11	1937 05 14	DIA	5.0	Sagua la Grande
12	1939 08 15	03:52	7.0	Remedios - Caibarien
13	1943 07 30	02:40	6.0	Trinidad
14	1944 12 15	14:15	5.0	Sagua de Tánamo
15	1946 08 04	17:51	9.0	La Española
16	1947 08 07	00:40	7.0	Santiago de Cuba
17	1953 01 01	11:20	6.0	Morón
18	1953 09 20	12:30	5.5	Velazco
19	1954 12 16	12:08	5.0	CAI J. Menéndez
20	1957 09 11	23:30	5.0	Pinar del Río
21	1960 05 25	15:30	5.0	Remedios
22	1962 07 19	10:17	6.0	Manzanillo
23	1970 11 11	14:24	4.0	Sancti Spiritus
24	1971 07 26	15:26	4.5	Purialito
25	1974 04 08	03:18	6.0	Esmeralda
26	1980 03 11	03:57	4.5	Puerto Padre
27	1981 06 11	18:35	5.0	Alonso de Rojas
28	1982 12 16	20:20	6.0	Torriente-Jaguey Grande
29	1984 10 27	05:51	6.0	Aserradero
30	1985 01 12	07:45	4.5	Topes de Collantes
31	1985 09 01	01:01	5.0	Baconao
32	1985 11 08	03:33	5.0	Caimanera
33	1986 08 31	10:59	4.5	Ramón de las Yaguas
34	1986 12 16	02:17	4.0	Baconao
35	1987 04 11	14:49	4.5	Bayamo
36	1988 01 04	10:33	3.5	María
37	1988 01 05	02:24	5.0	Playa Borrachos
38	1988 03 27	09:12	4.0	Bayamo
39	1988 03 29	20:28	4.0	Horno Abajo
40	1988 11 12	03:34	4.0	Pilón
41	1989 03 27	00:46	4.0	Baconao
42	1989 06 21	01:47	4.0	Hatibonico
43	1989 10 31	20:01	4.0	Siboney
44	1990 01 06	16:08	4.0	Marea del Portillo
45	1990 06 02	23:54	4.5	La Rosita
46	1990 10 30	12:34	5.0	Mar Verde

ANEXO 6

TERREMOTOS MODELADOS CON ISOSISTAS ELIPTICAS

Fecha	Hora UT	Lat.N	Lon.W	h(Km)	M	Imax	Zona Imax	A/B	De	Az	ZOT
1766 06 12	05:14	(19.80)	(76.10)	(35)	(7.6)	9.0	SANTIAGO DE CUBA	1.5	M	10	OT-1A
1852 07 07	12:25	(19.80)	(79.70)	(30)	(7.5)	5.0	CUBA	2.0	M	15	CAIMA
1852 08 20	14:05	(19.77)	(75.35)	(30)	(7.3)	9.0	GUANINICUM RIZO	1.8	M	15	OTE-1
1852 11 26	08:44	(19.50)	(76.25)	(35)	(7.0)	8.0	SANTIAGO DE CUBA	1.8	M	-40	OTE-1
1880 01 23	04:39	(22.70)	(83.00)	(15)	(6.0)	8.0	SAN CRISTOBAL	1.5	A	-15	PIN-1
1880 01 23	09:14	(22.68)	(82.97)	(15)	(4.6)	6.5	SAN CRISTOBAL	1.5	A	-15	PIN-1
1880 01 23	09:44	(22.71)	(82.97)	(15)	(3.9)	5.0	CANDELARIA	1.5	A	-15	PIN-1
1880 01 26	10:34	(22.60)	(83.20)	(15)	(4.3)	5.5	SAN CRISTOBAL	1.5	A	-15	PIN-1
1905 05 06	20:54	(19.60)	(80.00)	(30)	(7.2)	3.0	CUBA	2.0	M	15	CAIMA
1906 06 22	07:09	(19.65)	(76.25)	(30)	(6.2)	7.0	SANTIAGO DE CUBA	1.8	M	-25	OTE-1
1914 02 28	05:19	(21.22)	(76.17)	(32)	(6.15)	7.0	GIBARA	1.5	M	10	SAB-2
1914 12 25	05:19	(19.45)	(76.30)	(30)	(6.7)	7.0	SANTIAGO DE CUBA	1.8	M	-3	OTE-1
1926 08 03	11:30	(20.30)	(77.10)	(15)	(5.4)	7.0	MANZANILLO	1.7	A	-15	CANIP
1927 03 05	04:17	(20.15)	(75.58)	(20)	(5.2)	6.0	SANTIAGO-GNTNMO	1.6	A	20	BAC-1
1928 06 05	15:45	(20.25)	(74.90)	(15)	(3.9)	5.0	JAMAICA (GTMO)	2.1	M	15	PURIA
1930 01 17	12:00	(19.90)	(76.00)	(25)	(5.8)	7.0	SANTIAGO DE CUBA	1.5	M	15	OT-1A
1932 02 03	06:15:55.0	19.80 (19.75)	75.80 (75.58)	- (35)	6.75 (6.75)	8.0	SANTIAGO DE CUBA	1.8	M	30	OTE-1
1932 06 06	09:12:45.0	19.60 (19.75)	75.50 (75.50)	- (30)	- (5.4)	6.0	SANTIAGO DE CUBA	1.8	M	25	OTE-1
1936 12 19	15:30	(22.34)	(79.34)	(15)	(3.5)	4.5	YAGUAJAY	1.6	A	20	SUC-2
1937 05 14	DIA	(22.78)	(80.08)	(10)	(3.6)	5.0	SAGUA LA GRANDE	2.1	A	35	SUC-1
1939 08 15	03:52:31.0	22.50 (22.65)	79.25 (79.40)	- (15)	5.6 (5.6)	7.0	REMEDIOS-CBARIEN	1.6	A	15	NCO-4
1940 09 23	04:35	(19.90)	(75.80)	(30)	(5.0)	6.0	SANTIAGO DE CUBA	1.5	M	0	OT-1A
1941 04 25	02:15	(22.85)	(80.10)	(15)	(3.3)	4.0	SAGUA LA GRANDE	2.1	A	30	SUC-1
1942 04	09:00	(21.07)	(76.18)	(10)	(3.1)	4.5	TUMBADERO	1.8	A	0	CUB-1
1942 08	MNN	(22.30)	(80.63)	(10)	(3.2)	4.5	RODAS	1.7	A	20	CIENF
1943 07 30	02:40	(21.85)	(80.10)	(15)	(4.6)	6.0	TRINIDAD	1.5	M	20	SURCU
1944 12 15	14:15	(20.50)	(75.70)	(20)	(4.7)	5.0	SAGUA DE TANAMO	1.7	A	-10	CANIP
1945 01 22		(20.30)	(75.80)	(20)	(4.7)	5.0	SANTIAGO DE CUBA	1.6	A	20	BAC-1
1947 08 07	00:40:20	19.90 (19.80)	75.30 (75.75)	50 (35)	6.75 (6.3)	7.0	SANTIAGO DE CUBA	1.8	M	-10	OTE-1
1947 08 07	19:20	(19.90)	(75.70)	(20)	(4.3)	5.0	SANTIAGO DE CUBA	1.8	M	-10	OTE-1
1949 06 19	MDA	(21.90)	(80.00)	(10)	(3.4)	5.0	TOPES COLLANTES	1.4	A	-20	TRIFO
1949 11 23	12:21	(20.65)	(77.60)	(20)	(3.9)	4.0	SANTA CRUZ SUR	1.4	A	0	CANOR
1951 05 13	10:00:10.2	19.68 (20.20)	75.46 (75.95)	55 (15)	4.0 (4.8)	6.0	SANTIAGO DE CUBA	1.6	A	35	STGBA
1952 02 03	16:30	(22.85)	(80.28)	(15)	(4.0)	5.0	QUEMADO GUINES	2.1	A	15	SUC-1
1953 01 01	11:20	(22.10)	(78.63)	(5)	(3.9)	6.0	MORON	2.3	M	15	TROCH
1953 01 02	15:00	(22.75)	(80.02)	(10)	(3.1)	4.0	SAGUA LA GRANDE	2.1	A	45	SUC-1
1953 09 20	12:30	(21.12)	(76.36)	(10)	(3.5)	5.5	VELAZCO	1.8	A	30	CUB-1
1954 12 16	12:08	(20.85)	(76.40)	(15)	(4.5)	5.0	CAI J. MENENDEZ	1.2	A	5	BAC-2
1957 06 17	15:45	(20.02)	(75.20)	(10)	(3.8)	5.0	GUANTANAMO	1.5	A	5	GUASO
1957 09 11	23:30	(22.18)	(83.63)	(10)	(4.1)	5.0	PINAR DEL RIO	1.3	A	30	RIHON
1960 05 25	15:30	(22.45)	(79.48)	(15)	(4.0)	5.0	REMEDIOS	1.6	A	25	SUC-2
1961	15:00	(22.45)	(79.30)	(15)	(3.5)	4.5	CAI O. MORALES	1.6	A	15	SUC-2
1962 07 19	10:17	(20.52)	(77.20)	(20)	(4.9)	6.0	MANZANILLO	1.4	A	-5	CANOR
1962 08 18	10:20	(20.00)	(76.30)	(25)	(4.5)	5.0	SANTIAGO DE CUBA	1.8	M	5	OTE-1

Fecha	Hora UT	Lat.N	Lon.W	h(Km)	M	Imax	Zona Imax	A/B	De	Az	ZOT
1966 12	NCH	(21.27)	(78.15)	(10)	(2.4)	3.0	VRTNTES-BIBIJGUA	1.5	A	-30	CAMAG
1968 10 11	02:38:24.0	19.88 (20.00)	75.92 (75.85)	48 (25)	/3.3/ (4.8)	6.0	SANTIAGO DE CUBA	1.5	M	30	OT-1A
1970 11 11	14:24:47.0	21.90 (21.90)	79.50 (79.38)	- (10)	(3.2) (2.9)	4.0	SANCTI SPIRITUS	1.5	M	10	NORES
1971 07 26	15:26:49.0	21.93 (21.92)	79.13 (79.08)	- (10)	(3.3) (3.0)	4.5	PURIALITO	2.3	M	-22	TROCH
1972 06 27	00:12	21.90 (21.81)	78.10 (78.09)	- (5)	- (3.0)	5.0	ESMERALDA	1.6	A	35	CUB-3
1974 04 08	03:18:11.0	21.80 (21.85)	78.01 (78.05)	- (5)	(4.5) (4.0)	6.0	ESMERALDA	1.6	A	35	CUB-3
1974 11 05	06:35	(21.97)	(78.20)	(10)	(3.7)	5.0	ESMRDA-CAI BLVIA	1.6	A	35	CUB-3
1976 02 19	13:59:59.0	19.87 (19.87)	76.87 (77.20)	15 (15)	5.7 (6.0)	8.0	PILON	1.3	A	0	OTE-2
1976 10 20	08:15	(22.32)	(79.45)	(10)	(3.1)	4.0	ZULUETA	1.6	A	30	SUC-2
1976 10 24	02:15	(21.95)	(79.90)	(10)	(3.5)	5.5	LA FELICIDAD	1.4	A	-30	TRIFO
1978 11 13	07:43:13.0	19.85 (19.90)	76.02 (76.08)	0 (15)	4.7 (4.8)	6.0	SANTIAGO DE CUBA	1.5	M	-30	OT-1A
1980 03 11	03:57:07.6	21.28 (21.13)	76.48 (76.57)	12.5 (10)	(3.9) (3.0)	4.5	PUERTO PADRE	1.8	A	30	CUB-1
1981 06 11	18:35	(22.25)	(83.45)	(10)	(3.7)	5.0	ALONSO DE ROJAS	1.3	A	15	RIHON
1982 12 16	20:20:17.0	22.61 (22.60)	81.23 (81.40)	30 (22)	5.0 (4.8)	6.0	TORRTE-J.GRANDE	1.7	A	15	COCHI
1983 01 22	00:41:16.0	23.22 (22.77)	79.72 (80.05)	2.5 (10)	- (2.9)	4.5	SAGUA LA GRANDE	2.1	A	50	SUC-1
1983 12 01	00:09:18.7	19.95 (19.97)	75.89 (75.87)	17 (15)	3.6 (3.8)	5.0	MAR VERDE	1.5	M	20	OT-1A
1984 02 23	14:56:49.4	19.91 (20.05)	75.41 (75.70)	10 (15)	(2.8) (3.0)	4.0	LOS PATAOS	1.6	A	30	OTE-1
1984 04 02	06:37:15.9	19.92 (20.10)	76.89 (76.80)	20 (20)	(3.6) (4.3)	5.0	CAÑA BRAVA	1.7	A	-15	CANIP
1984 04 02	10:15:55.5	19.99 (19.90)	76.76 (76.92)	12.5 (20)	(2.7) (3.7)	4.0	OCUJAL TURQUINO	1.3	A	-30	OTE-2
1984 04 21	07:11:01.9	19.96 (20.10)	74.19 (74.16)	22.5 (20)	(3.2) (3.2)	4.0	EL DIAMANTE	1.8	M	-10	OTE-3
1984 05 03	17:47:10.8	19.82 (19.93)	75.18 (75.28)	20 (18)	(3.4) (4.0)	5.0	CAIMANERA	1.6	A	25	BAC-1
1984 05 05	13:22:29.8	19.85 (19.95)	75.84 (75.85)	12.5 (15)	(3.6) (3.2)	4.0	ARPTO A..MACEO	1.5	M	30	OT-1A
1984 05 16	02:50:37.0	22.85 (22.93)	79.90 (80.50)	7.5 (15)	(2.6) (3.4)	4.5	SAN VICENTE	2.1	A	30	SUC-1
1984 08 20	02:37:44.9	19.92 (20.14)	76.47 (76.50)	17.5 (22)	(3.4) (4.1)	5.0	CHIVIRICO	1.3	A	60	BAYAM
1984 08 30	00:26:27.3	19.95 (20.03)	76.89 (77.00)	7.5 (5)	(2.2) (2.2)	4.0	SAN LORENZO	1.7	A	-30	CANIP
1984 10 21	11:48:12.4	19.93 (19.90)	75.79 (75.59)	12.5 (15)	(3.0) (3.0)	4.0	EL OASIS	1.6	A	30	STGBA
1984 10 23	14:55:49.7	19.97 (19.97)	76.01 (75.72)	12.5 (10)	(2.8) (3.0)	4.0	SANTIAGO DE CUBA	1.6	A	35	STGBA
1984 10 27	05:51:29.1	20.09 (20.05)	76.10 (76.12)	12.5 (15)	(3.4) (4.4)	6.0	ASERRADERO	1.6	A	30	STGBA

Fecha	Hora UT	Lat.N	Lon.W	h(Km)	M	Imax	Zona Imax	A/B	De	Az	ZOT
1985 01 12	07:45:22.0	21.83 (21.88)	80.29 (79.94)	(15) (10)	(2.9) (3.3)	4.5	TOPES COLLANTES	1.4	A	-10	TRIFO
1985 01 24	21:59:30.7	19.86 (19.95)	75.87 (75.70)	17.5 (15)	(3.4) (3.2)	4.5	JURAGUA	1.6	A	30	STGBA
1985 05 01	15:06:45.1	19.75 (19.81)	75.78 (75.65)	15 (15)	(3.5) (3.2)	4.0	BERRACO	1.8	M	0	OTE-1
1985 05 19	13:04:16.7	19.97 (19.97)	75.43 (75.50)	17.5 (15)	(2.6) (3.1)	4.0	BACONAO	1.6	A	30	BAC-1
1985 06 21	02:51:48.4	19.95 (19.93)	75.70 (75.65)	27.5 (15)	(2.8) (3.0)	4.0	EL OASIS	1.6	A	25	STGBA
1985 09 01	01:01:00.2	19.86 (19.95)	75.39 (75.80)	37.5 (20)	(4.4) (4.5)	5.0	BACONAO	1.5	M	25	OT-1A
1985 11 08	03:33:55.5	19.96 (19.90)	75.90 (75.45)	22.5 (20)	(4.0) (4.0)	5.0	CAIMANERA	1.6	A	30	BAC-1
1985 11 14	17:35:25.1	19.87 (19.80)	75.93 (75.85)	22.5 (20)	(3.4) (3.4)	3.5	CALETON BLANCO	1.5	M	0	OT-1A
1986 01 07	21:47:11.4	19.80 (20.00)	75.68 (75.75)	10 (10)	(2.7) (2.8)	4.0	SIBONEY	1.6	A	30	STGBA
1986 01 07	21:47:51.0	19.76 (19.80)	75.72 (75.72)	10 (10)	[2.8] (2.8)	3.5	EL OASIS	1.8	M	30	OTE-1
1986 06 16	14:53:02.5	19.90 (20.00)	76.88 (77.10)	5 (7)	(2.7) (2.8)	4.0	S. LORENZO-M. FRIO	1.7	A	-30	CANIP
1986 08 31	10:59:10.2	20.06 (20.05)	75.16 (75.40)	15 (15)	(3.4) (3.5)	4.5	RAMON YAGUAS	1.6	A	30	BAC-1
1986 10 03	20:01:33.1	19.92 (19.87)	75.45 (75.45)	25 (25)	(3.1) (3.3)	4.0	BACONAO	1.8	M	25	OTE-1
1986 10 08	04:51:46.0	22.22 (22.19)	78.70 (78.90)	7.5 (5)	(3.0) (3.0)	5.0	CHAMBAS	1.6	A	10	SUC-2
1986 12 16	02:17:42.0	19.72 (19.95)	75.50 (75.50)	20 (20)	(3.2) (3.3)	4.0	BACONAO	1.6	A	-5	BAC-1
1987 02 03	22:12:11.2	19.88 (20.10)	76.74 (76.90)	7.5 (15)	(3.0) (3.0)	3.5	FRIO DE NAGUA	1.7	A	-20	CANIP
1987 04 11	14:49:21.2	20.43 (20.33)	76.69 (76.56)	7.5 (15)	[3.3] (3.3)	4.5	BAYAMO	1.7	A	-25	CANIP
1987 04 25	17:48:42.6	20.41 (20.38)	76.65 (76.50)	2.5 (15)	(3.2) (3.3)	4.5	BAYAMO	1.7	A	-5	CANIP
1987 04 25	20:14:13.0	20.34 (20.35)	76.60 (76.55)	2.5 (10)	(2.7) (2.5)	3.5	CSBCOA-C.BLANCA	1.7	A	-10	CANIP
1987 04 25	23:49:22.0	20.37 (20.35)	76.61 (76.55)	5 (15)	(2.6) (2.8)	4.0	CRUCE FIGUEREDO	1.7	A	-10	CANIP
1987 07 07	22:06:02.2	19.92 (19.92)	75.62 (75.54)	25 (20)	(3.4) (3.5)	4.5	CAZONAL	1.6	A	30	BAC-1
1987 07 08	05:49:53.8	19.89 (19.92)	75.62 (75.50)	25 (15)	(3.3) (3.3)	4.0	JURAGUA	1.6	A	30	BAC-1
1987 11 07	12:50:41.4	19.98 (19.95)	75.88 (75.82)	17.5 (15)	(3.7) (3.5)	4.5	SANTIAGO DE CUBA	1.5	M	10	OT-1A
1987 11 15	20:57:10.2	19.90 (20.01)	75.37 (75.60)	15 (5)	(3.3) (2.5)	4.0	RAMON YAGUAS	1.6	A	50	BAC-1
1988 01 04	10:33:30.0	22.32 (22.24)	78.94 (78.78)	20 (15)	(3.2) (2.9)	3.5	MARIA	2.3	M	88	TROCH
1988 01 05	02:24:13.5	19.87 (19.90)	75.43 (75.30)	27.5 (20)	(3.5) (4.0)	5.0	PLAYA BORRACHOS	1.8	M	0	OTE-1

Fecha	Hora UT	Lat.N	Lon.W	h(Km)	M	Imax	Zona Imax	A/B	De	Az	ZOT
1988 02 15	12:25:53.8	20.05 (20.05)	75.85 (75.85)	17.5 (20)	(3.0) (2.8)	3.0	SANTIAGO DE CUBA	1.6	A	25	STGBA
1988 02 15	14:50:25.8	20.09 (20.00)	75.83 (75.80)	15 (15)	(2.7) (2.6)	3.0	CIUDAMAR	1.6	A	25	STGBA
1988 02 16	18:55:35.5	19.87 (19.91)	75.50 (75.48)	25 (20)	(2.6) (2.8)	3.5	LGUNA BACNAO	1.6	A	25	BAC-1
1988 03 20	22:17:10.6	75.52 (19.95)	27.5 (75.54)	(2.9) (20)	(3.3)	4.0	CAZONAL	1.6	A	30	BAC-1
1988 03 27	09:12:14.2	20.43 (20.26)	76.73 (76.60)	20 (15)	(3.0) (3.2)	4.0	BAYAMO	1.3	A	60	BAYAM
1988 03 29	20:28:50.1	20.42 (20.35)	76.72 (76.60)	22.5 (15)	(2.8) (3.0)	4.0	HORNO ABAJO	1.7	A	-20	CANIP
1988 06 24	21:51:46.6	19.96 (20.08)	76.89 (77.09)	12.5 (10)	(2.6) (2.6)	4.0	LA SIERRA	1.7	A	-20	CANIP
1988 07 04	05:27:21.2	19.83 (20.00)	75.65 (75.80)	20 (20)	(2.9) (3.2)	4.0	LAS GUASIMAS	1.5	M	25	OT-1A
1988 07 04	05:35:27.0	19.74 (19.74)	75.69 (75.69)	20 (20)	[3.4] (3.6)	4.0	LAS GUASIMAS	1.8	M	0	OTE-1
1988 11 14	21:44:37.8	21.15 (21.13)	76.07 (76.07)	12.5 (10)	(2.8) (2.8)	4.0	PALMARITO	1.8	A	-20	CUB-1
1988 12 04	03:34:53.4	19.83 (19.83)	74.82 (74.56)	33 (17)	(3.6) (3.9)	5.0	IMIAS	1.8	M	35	OTE-3
1988 12 10	19:13:46.0	19.86 (19.80)	75.20 (75.40)	10 (10)	(3.5) (3.4)	4.0	BACONAO	1.8	M	0	OTE-1
1989 02 12	14:26:45.6	19.71 (19.82)	74.32 (74.74)	20 (20)	(4.4) (4.4)	4.5	IMIAS	1.8	M	-10	OTE-3
1989 02 15	12:28:49.2	19.68 (19.68)	77.97 (77.82)	10 (10)	(3.5) (3.5)	4.0	CABO CRUZ	2.0	M	-30	OT-2A
1989 03 01	22:30:18.8	19.78 (19.75)	75.58 (75.42)	10 (10)	(3.0) (3.0)	3.0	BACONAO	1.8	M	25	OTE-1
1989 03 06	07:41:38.4	19.77 (19.87)	76.20 (76.05)	15 (15)	(2.6) (2.9)	3.5	ASERRADERO	1.5	M	25	OT-1A
1989 03 27	00:46:17.2	19.93 (19.95)	75.40 (75.54)	20 (15)	(2.7) (3.2)	4.0	BACONAO	1.6	A	25	BAC-1
1989 04 14	03:03:01.0	19.86 (19.93)	76.90 (76.87)	7.5 (10)	(3.1) (3.3)	4.5	OCUJAL TURQUINO	1.3	A	0	OTE-2
1989 05 08	21:28:39.2	20.00 (20.00)	76.18 (76.18)	5 (10)	(2.9) (2.9)	4.0	ASERRADERO	1.5	M	0	OT-1A
1989 06 21	01:47:45.2	19.82 (19.90)	75.40 (75.32)	15 (15)	(3.4) (3.5)	4.0	HATIBONICO	1.8	M	30	OTE-1
1989 07 01	21:06:01.8	19.94 (19.90)	75.97 (75.87)	12.5 (15)	(3.2) (3.0)	3.5	MAR VERDE	1.5	M	-25	OT-1A
1989 07 01	21:11:47.0	19.88 (19.85)	75.98 (75.90)	12.5 (15)	(3.0) (2.8)	3.0	MAR VERDE	1.5	M	-25	OT-1A
1989 07 02	04:41:53.8	19.82 (19.90)	75.92 (76.10)	20 (15)	(3.5) (3.8)	4.5	MAR VERDE	1.5	M	-25	OT-1A
1989 07 02	06:24:27.4	19.80 (19.90)	75.95 (76.00)	20 (15)	(3.1) (3.1)	3.5	MAR VERDE	1.5	M	-25	OT-1A
1989 07 02	18:01:36.5	19.83 (19.83)	76.17 (76.17)	15 (15)	(3.5) (3.2)	4.0	ASERRADERO	1.5	M	-30	OT-1A

Fecha	Hora UT	Lat.N	Lon.W	h(Km)	M	Imax	Zona Imax	A/B	De	Az	ZOT
1989 07 02	18:18:42.0	19.65 (19.93)	76.13 (76.18)	20 (18)	(3.4) (3.7)	4.0	ASERRADERO	1.5	M	-25	OT-1A
1989 07 02	21:17:05.5	19.65 (19.81)	76.13 (76.20)	20 (15)	(3.3) (3.3)	4.0	ASERRADERO	1.5	M	0	OT-1A
1989 07 10	15:21:52.2	19.87 (19.93)	75.94 (76.00)	20 (15)	(3.6) (3.5)	4.0	MAR VERDE	1.5	M	-25	OT-1A
1989 07 10	17:36:37.0	19.93 (19.93)	76.00 (76.00)	10 (10)	(3.1) (3.1)	4.0	MAR VERDE	1.5	M	-30	OT-1A
1989 07 19	23:01:32.6	19.93 (19.98)	76.05 (75.91)	15 (15)	(3.4) (3.5)	4.0	SANTIAGO DE CUBA	1.5	M	-25	OT-1A
1989 08 06	07:39:14.7	19.84 (19.90)	75.74 (75.55)	15 (15)	(3.3) (3.6)	4.5	SIBONEY	1.8	M	30	OTE-1
1989 09 27	09:35:01.0	19.87 (19.87)	75.45 (75.50)	17.5 (20)	(2.8) (2.8)	3.5	BACONAO	1.8	M	30	OTE-1
1989 10 09	20:18:37.2	19.72 (19.82)	75.87 (75.91)	20 (15)	(3.0) (2.8)	3.0	MAR VERDE	1.5	M	-25	OT-1A
1989 10 31	20:01:32.1	19.43 (19.90)	75.80 (75.55)	20 (20)	(3.5) (3.5)	4.5	SIBONEY	1.8	M	30	OTE-1
1990 01 06	16:08:23.9	19.75 (19.75)	77.11 (77.11)	20 (20)	(4.0) (4.3)	4.5	MAREA PORTILLO	1.3	A	0	OTE-2
1990 01 12	10:35:43.6	19.87 (19.90)	76.06 (76.05)	20 (23)	(3.1) (3.0)	3.0	CALETON BLANCO	1.5	M	0	OT-1A
1990 02 11	22:03:04.9	19.84 (19.84)	75.76 (75.75)	12.5 (15)	(2.9) (2.9)	3.0	SIBONEY	1.8	M	0	OTE-1
1990 04 29	18:12:07.0	19.82 (19.75)	73.84 (73.84)	10 (10)	(4.0) (4.0)	3.5	CAJOBABO	1.8	M	0	OTE-3
1990 05 17	23:30:38.0	19.89 (19.89)	75.52 (75.47)	30 (15)	(2.9) (2.9)	4.0	SIGUA	1.8	M	25	OTE-1
1990 05 22	20:35:40.4	19.94 (19.98)	76.03 (76.04)	15 (15)	(4.8) (4.9)	6.0	SANTIAGO DE CUBA	1.5	M	25	OT-1A
1990 05 23	01:05:00.6	19.83 (19.83)	76.00 (76.00)	30 (25)	(3.4) (3.4)	3.5	MAR VERDE	1.5	M	25	OT-1A
1990 05 23	09:15:11.2	19.94 (19.94)	76.06 (75.95)	20 (20)	3.3 (3.4)	4.0	MAR VERDE	1.5	M	25	OT-1A
1990 05 24	16:15:19.1	19.90 (19.87)	76.04 (76.04)	15 (20)	3.3 (3.2)	3.0	MAR VERDE	1.5	M	25	OT-1A
1990 06 02	23:54:18.4	23.11 (22.74)	80.17 (79.98)	10 (10)	(3.3) (3.0)	4.5	LA ROSITA	2.1	A	40	SUC-1
1990 06 06	10:54:55.2	19.88 (19.88)	75.36 (75.36)	32.5 (20)	(3.3) (3.3)	4.0	BACONAO	1.8	M	5	OTE-1
1990 08 16	18:06:59.5	19.74 (19.78)	75.78 (75.78)	15 (10)	(2.7) (2.7)	3.0	SIBONEY	1.8	M	5	OTE-1
1990 08 26	07:53:44.4	19.73 (19.60)	77.90 (78.20)	5 (30)	(4.7) (5.0)	5.0	CABO CRUZ	2.0	M	-20	OT-2A
1990 09 04	08:03:03.7	19.86 (19.90)	75.82 (75.78)	30 (25)	(4.5) (4.9)	6.0	SANTIAGO DE CUBA	1.8	M	0	OTE-1
1990 09 04	08:10:50.3	19.90 (19.94)	75.86 (75.86)	30 (25)	(3.2) (3.5)	4.0	SANTIAGO DE CUBA	1.5	M	0	OT-1A
1990 10 03	10:05:41.9	19.89 (20.00)	75.57 (75.75)	27.5 (20)	(3.1) (3.5)	4.0	SIBONEY	1.8	M	25	OTE-1
1990 10 04	09:25:17.3	19.85 (19.90)	75.97 (75.93)	10 (10)	(2.9) (2.9)	3.5	MAR VERDE	1.5	M	0	OT-1A

Fecha	Hora UT	Lat.N	Lon.W	h(Km)	M	Imax	Zona Imax	A/B	De	Az	ZOT
1990 10 30	06:22:55.0	19.95 (20.00)	75.43 (75.60)	10 (15)	(3.1) (3.2)	4.0	SIGUA	1.6	A	20	STGBA
1990 10 30	12:34:24.3	19.80 (19.95)	75.87 (75.98)	20 (15)	(4.0) (4.0)	5.0	MAR VERDE	1.5	M	25	OT-1A
1990 10 31	03:31:11.8	19.69 (19.90)	75.78 (75.95)	17.5 (15)	(3.8) (4.2)	5.0	MAR VERDE	1.5	M	25	OT-1A
1990 11 25	19:42:36.8	19.77 (19.77)	75.73 (75.97)	7.5 (10)	(2.9) (2.9)	3.0	SIBONEY	1.8	M	-35	OTE-1
1990 12 11	03:08:08.6	19.87 (19.85)	75.68 (75.70)	17.5 (20)	(3.3) (3.1)	3.5	JURAGUA	1.8	M	30	OTE-1
1990 12 21	07:46:21.3	19.88 (19.88)	75.93 (75.93)	20 (20)	(3.0) (3.0)	3.5	MAR VERDE	1.5	M	0	OT-1A
1991 01 05	09:29:44.2	19.83 (19.90)	75.40 (75.45)	22.5 (20.0)	(3.2) (3.3)	4.0	BACONAO	1.6	A	25	BAC-1
1991 01 05	13:17:48.0	19.91 (19.92)	76.79 (76.80)	17.5 (10.0)	(2.7) (2.8)	3.0	UVERO	1.3	A	5	OTE-2
1991 06 02	03:25:31.4	20.04 (19.95)	75.78 (75.80)	25.0 (15.0)	(2.7) (2.9)	3.0	SANTIAGO DE CUBA	1.5	M	0	OT-1A
1991 06 10	06:22:37.4	19.74 (19.82)	76.78 (76.85)	15.0 (12.0)	(3.3) (3.4)	4.0	LA MAGDALENA	1.3	A	-5	OTE-2
1991 06 11	21:28:39.0	19.82 (19.85)	76.93 (76.90)	10.0 (10.0)	(2.9) (3.0)	4.0	LA MAGDALENA	1.3	A	-5	OTE-2
1991 07 07	21:53:21.1	19.85 (19.86)	75.51 (75.55)	12.5 (15.0)	(3.4) (3.6)	4.0	BACONAO	1.6	A	25	BAC-1
1991 07 10	23:10:34.2	19.78 (19.85)	75.57 (75.60)	15.0 (10.0)	(2.5) (2.7)	3.0	SIGUA	1.6	A	25	BAC-1
1991 07 11	01:35:55.8	19.83 (19.83)	75.78 (75.80)	15.0 (20.0)	(3.2) (3.3)	4.0	SIBONEY	1.5	M	0	OT-1A
1991 07 25	03:13:57.9	19.92 (19.92)	76.00 (76.00)	20.0 (20.0)	(3.4) (3.5)	4.0	CALETON BLANCO	1.5	M	0	OT-1A
1991 07 25	03:28:21.2	19.90 (19.90)	76.02 (76.05)	15.0 (20.0)	(3.2) (3.3)	4.0	CALETON BLANCO	1.5	M	0	OT-1A
1991 08 22	11:28:35.8	19.90 (19.90)	77.03 (77.00)	10.0 (15.0)	(2.7) (2.8)	3.0	LA MAGDALENA	1.3	A	-5	OTE-2
1991 09 02	20:59:26.4	19.88 (19.91)	75.60 (75.65)	07.5 (10.0)	(2.8) (2.6)	3.5	JURAGUA	1.6	A	25	STGBA
1991 09 10	23:56:30.2	19.88 (19.90)	75.84 (75.80)	15.0 (20.0)	(3.0) (3.0)	3.0	SIBONEY	1.5	M	0	OT-1A
1991 09 20	09:37:37.0	19.86 (19.86)	75.72 (75.80)	17.5 (12.0)	(3.3) (3.4)	4.0	SIBONEY	1.5	M	0	OT-1A
1991 11 18	06:20:36.9	19.86 (19.90)	76.00 (76.00)	12.5 (10.0)	(3.3) (3.4)	4.0	CALETON BLANCO	1.5	M	0	OT-1A
1992 03 20	13:35:06.0	20.62 (20.65)	74.62 (74.75)	5 (10)	- (4.5)	6.0	MOA	2.4	M	25	SAB-1
1992 05 25	16:55:05.8	19.62 (19.90)	77.70 (78.30)	30 (30)	7.0 (6.6)	7.0	CABO CRUZ	2.0	M	-15	OT-2A
1992 09 25	00:51:45.6	22.65 (22.52)	79.40 (79.47)	15 (5)	3.5 (2.4)	4.0	CAIBARIEN	1.6	A	15	SUC-1
1993 03 10	05:23:29.2	19.82 (19.92)	77.11 (76.95)	10 (12)	(3.2) (3.2)	4.0	LA MAGDALENA	1.3	A	-5	OTE-2
1993 04 05	06:30:04.3	20.00 (19.85)	75.34 (75.55)	10 (10)	(3.4) (3.4)	4.0	BACONAO	1.8	M	20	OTE-1

Fecha	Hora UT	Lat.N	Lon.W	h(Km)	M	Imax	Zona Imax	A/B	De	Az	ZOT
1993 05 01	15:34:28.0	19.82 (19.85)	75.72 (75.75)	10 (10)	(3.7) (3.8)	4.5	SIBONEY	1.8	M	25	OTE-1
1993 05 09	14:57:03.8	19.75 (19.75)	75.70 (75.70)	15 (15)	(3.2) (3.0)	3.0	SIBONEY	1.8	M	25	OTE-1
1993 05 24	21:42:25.6	19.82 (19.90)	75.74 (75.82)	22.5 (20)	(3.5) (3.8)	4.5	SIBONEY	1.5	M	25	OT-1A
1993 08 16	23:51:15.6	19.89 (19.89)	75.59 (75.59)	35 (35)	(3.2) (3.2)	3.0	JURAGUA	1.8	M	25	OTE-1
1993 08 25	14:52:17.8	19.84 (19.90)	75.51 (75.45)	30 (25)	(3.0) (3.1)	3.5	BACONAO	1.8	M	-10	OTE-1
1993 09 13	23:46:35.2	19.78 (19.78)	75.62 (75.57)	20 (20)	(3.3) (3.5)	4.0	BERRACO	1.8	M	20	OTE-1
1993 09 18	08:58:27.6	19.59 (19.59)	77.77 (77.75)	15 (15)	(3.5) (3.5)	3.5	CABO CRUZ	1.3	A	-5	OTE-2
1993 10 01	13:29:28.4	19.83 (19.85)	75.35 (75.35)	27.5 (28)	(3.1) (3.2)	3.0	BACONAO	1.8	M	5	OTE-1
1993 11 17	15:35:44.0	19.81 (19.78)	74.48 (74.48)	30 (30)	(3.3) (3.4)	3.0	IMIAS	1.8	M	-5	OTE-3
1993 11 23	18:33:36.8	19.90 (19.90)	76.21 (76.21)	30 (30)	(3.6) (3.6)	4.0	ASERRADERO	1.5	M	5	OT-1A
1993 12 12	21:21:43.4	19.80 (19.80)	75.67 (75.87)	15 (15)	(3.1) (3.1)	3.0	BACONAO	1.8	M	0	OTE-1
1993 12 28	07:06:23.8	19.93 (19.93)	76.89 (76.89)	7.5 (10)	(3.1) (3.2)	3.5	LA MAGDALENA	1.3	A	-5	OTE-2
1995 01 27	09:36:24.8	20.22 (20.28)	76.35 (76.41)	5 (7)	(2.7) (2.7)	4.0	JIGUANI	1.3	A	65	BAYAM
1995 02 20	10:35:31.5	19.89 (19.89)	75.65 (75.75)	32.5 (30)	(3.6) (3.9)	4.0	SIBONEY	1.8	M	-50	OTE-1
1995 03 02	16:44:05.5	19.86 (19.86)	76.09 (76.09)	15 (15)	(3.2) (3.0)	3.0	SANTIAGO DE CUBA	1.5	M	0	OT-1A
1995 03 09	18:29:31.0	22.70 (22.93)	82.20 (82.13)	10 (3)	(2.8) (2.5)	5.0	GANUZA	1.7	A	0	BEMAC
1995 04 05	17:27:27.5	22.05 (21.85)	77.80 (78.08)	2.5 (10)	(2.7) (2.6)	4.0	ESMERALDA	1.6	A	0	CUB-3
1995 05 02	13:11:16.7	19.93 (20.05)	75.18 (75.27)	40 (20)	(3.0) (3.4)	4.0	CAIMANERA	1.6	A	10	BAC-1
1995 06 01	08:48:55.3	22.30 (22.34)	79.42 (79.25)	- (10)	(2.7) (2.6)	4.0	YAGUAJAY	1.6	A	30	SUC-2
1995 06 10	15:51:59.3	19.59 (19.62)	77.62 (77.65)	15 (15)	(3.5) (3.6)	4.0	CABO CRUZ	1.3	A	0	OTE-2
1995 06 15	06:05:51.5	19.27 (19.30)	78.22 (78.15)	10 (12)	(4.0) (4.6)	2.5	SANTIAGO-BAYAMO	2.0	M	-5	OT-2A
1995 06 19	06:34:04.4	19.99 (19.99)	76.01 (76.01)	15 (10)	(3.1) (3.1)	4.0	SANTIAGO DE CUBA	1.5	M	0	OT-1A
1995 07 02	00:43:22.4	19.92 (19.90)	74.50 (75.50)	12.5 (15)	(3.4) (3.3)	3.0	IMIAS	1.8	M	-5	OTE-3
1995 09 06	04:30:22.0	19.86 (19.86)	75.56 (75.56)	12.5 (15)	(3.0) (3.0)	3.5	SIGUA	1.8	M	0	OTE-1
1995 09 08	07:08:26.2	19.54 (19.54)	77.83 (77.83)	10 (10)	(3.8) (3.8)	3.5	NIQUERO	2.0	M	-5	OT-2A
1995 11 08	02:47:57.0	19.76 (19.90)	76.38 (76.50)	10 (25)	(3.6) (3.6)	4.0	CHIVIRICO	1.3	A	65	BAYAM

Fecha	Hora UT	Lat.N	Lon.W	h(Km)	M	Imax	Zona Imax	A/B	De	Az	ZOT
1995 11 24	19:43:52.9	19.82 (19.82)	75.84 (75.84)	12.5 (15)	(3.2) (3.1)	3.5	SIBONEY	1.5	M	0	OT-1A
1996 06 06	12:15:11.8	23.39 (22.80)	79.05 (80.07)	10 (10)	(2.5) (2.7)	3.5	SAGUA LA GRANDE	2.1	A	25	SUC-1
1996 08 08	22:25:47.6	22.16 (21.99)	80.96 (80.07)	5 (5)	2.7 (3.0)	4.5	TOPES COLLANTES	1.5	M	35	NORES
1996 09 13	06:31:31.3	20.64 (20.64)	74.71 (74.71)	10 (10)	3.2 (3.3)	4.0	MOA	2.4	M	25	SAB-1

ABREVIATURAS DE Zona Imax UTILIZADAS EN LA TABLA

Abreviatura	Nombre Completo
SANTIAGO-GNTNMO	SANTIAGO DE CUBA - GUANTANAMO
REMEDIOS-CBARIEN	REMEDIOS - CAIBARIEN
VRTNTES-BIBIJGUA	VERTIENTES - BIBIJAGUA
ESMRDA-CAI BLVIA	ESMERALDA – CAI BOLIVIA
TORRTE-J.GRANDE	TORRIENTE – JAGÜEY GRANDE
ARPTO A..MACEO	AEROPUERTO ANTONIO MACEO SANTIAGO DE CUBA
S. LORENZO-M. FRIO	SAN LORENZO – MINAS DEL FRÍO
RAMON YAGUAS	RAMÓN DE LAS YAGUAS
CSBCOA-C.BLANCA	CASIBACOA – CERCA BLANCA
LGUNA BACNAO	LAGUNA DE BACONAO

ANEXO 7

Parámetros resultantes de la modelación de una selección de terremotos utilizando el Programa MACRO para el procesamiento de datos macrosísmicos.

FECHA	HORA UT	Ms	H (km)	Imax
1751 OCT 18	20:00	7.4	30	9.0
1766 JUN 12	05:14	7.6	35	9.0
1852 JUL 07	12:25	7.5	30	5.0
1852 AGO 20	14:05	7.3	30	9.0
1852 NOV 26	08:44	7.0	35	8.0
1927 MAR 05	04:17	5.2	20	6.0
1930 ENE 17	12:00	5.8	25	7.0
1932 FEB 03	06:16	6.75	35	8.0
1937 MAY 14	DIA	3.6	10	5.0
1947 AGO 07	00:04	6.3	35	7.0
1947 AGO 07	19:20	4.3	20	5.0
1951 MAY 13	10:00	4.8	15	6.0
1953 ENE 01	11:20	3.9	5	6.0
1962 JUL 19	10:17	4.9	20	6.0
1974 NOV 05	06:35	3.7	10	5.0
1990 MAY 22	20:35	4.9	15	6.0
1990 JUN 06	10:54	3.3	20	4.0
1990 SEP 04	08:03	4.9	25	6.0
1990 OCT 03	10:05	3.5	20	4.0

ANEXO 8

OTROS CASOS DE VALORACION ESPACIO – TEMPORAL DE TERREMOTOS

TERREMOTO DEL 15 DE AGOSTO DE 1939

Gráfico A. Distribución temporal de sismos asociados (réplicas y premonitores). 1939-08-15. Remedios - Caibarien.

Gráfico B. Distribución de sismos por intensidades (réplicas). 1939-08-15. Remedios-Caibarien.

Gráfico C. Réplicas perceptibles del terremoto del 15 de agosto de 1939. Distribución espacial.

Valor de Intensidad MSK	Cantidad de eventos	Otros
1- I = ?	6- 1 evento	
2- I = 3.0	7- 3 eventos	10- Sismo principal
3- I = 3.5	8- 5 eventos	11- Frontera del área de réplicas.
4- I = 4.0	9- 6 eventos	
5- I = 5.0		

TERREMOTO DEL 26 DE NOVIEMBRE DE 1852

Gráfico D. Distribución temporal de sismos asociados (réplicas). 1852-11-26. Santiago de Cuba.

Gráfico E. Distribución de sismos por intensidades (réplicas). 1852-11-26. Santiago de Cuba.

Gráfico F. Réplicas perceptibles del terremoto del 26 de noviembre de 1852. Distribución espacial.

Valor de Intensidad MSK	Cantidad de eventos	Otros
1- I = ?	7- 7 eventos	6- Sismo principal
2- I = 3.0	8- 2 eventos	10- Frontera del área de réplicas
3- I = 3.5	9- 7 eventos	
4- I = 4.0	8- 2 eventos	
5- I = 5.0	9- 7 eventos	

TERREMOTO DEL 20 DE AGOSTO DE 1852

Gráfico G. Distribución temporal de sismos asociados (réplicas). 1852-08-20. Santiago de Cuba.

Gráfico H. Distribución de sismos por intensidades (réplicas). 1852-08-20. Santiago de Cuba.

Gráfico I. Réplicas perceptibles del terremoto del 20 de agosto de 1852. Distribución espacial.

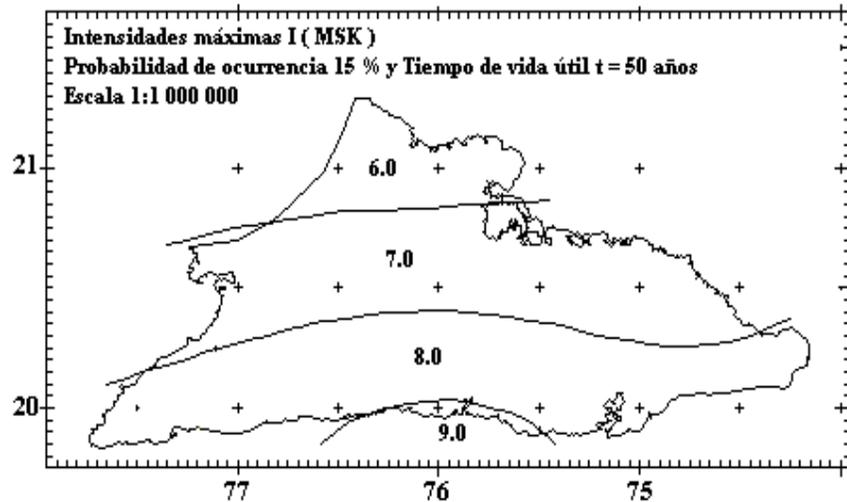
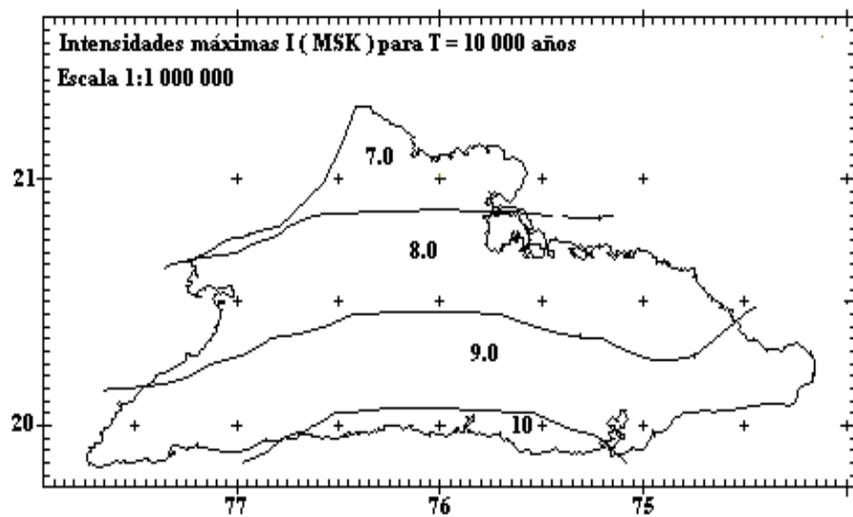
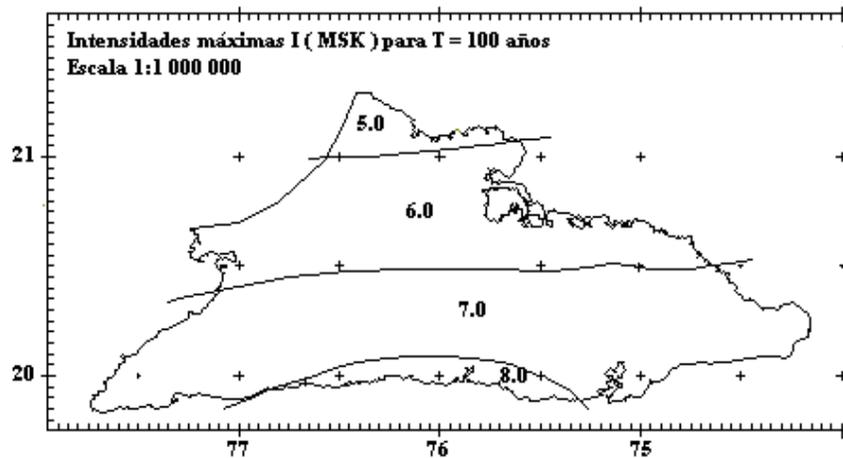
Valor de Intensidad MSK	Cantidad de eventos	Otros
1- I = ?	7- 1 evento	12- Sismo principal
2- I = 4.0	8- 4 eventos	13- Frontera del área de réplicas
3- I = 5.0	9- 5 eventos	
4- I = 6.0	10- 7 eventos	
5- I = 6.5	11- 8 eventos	
6- I = 7.5		

ANEXO 9

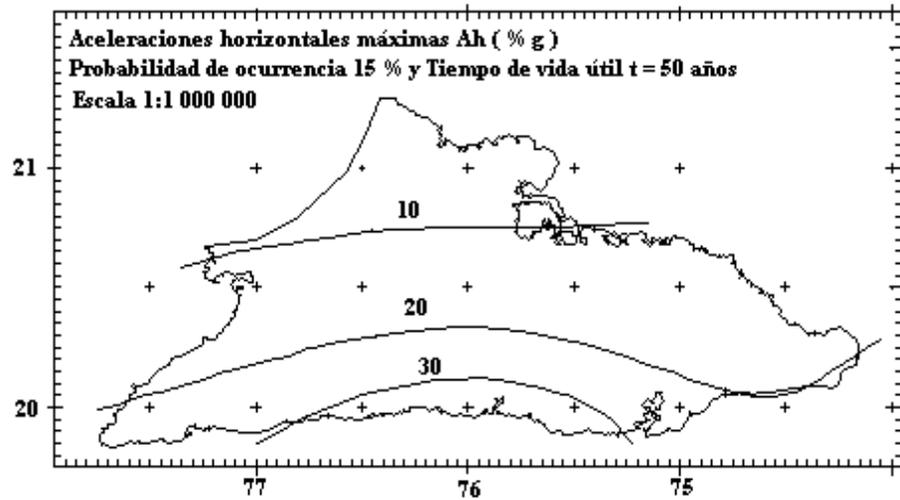
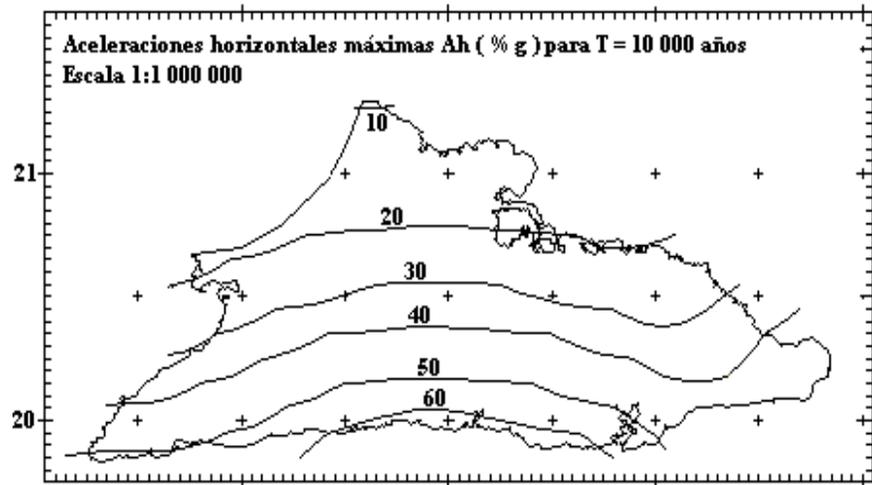
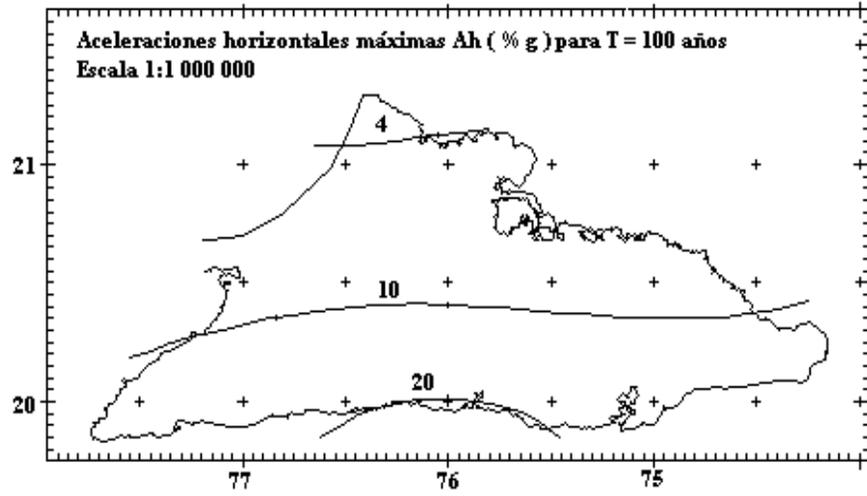
Estimados de Peligrosidad Sísmica de la Región Oriental utilizando Bases de Datos combinadas de datos macrosísmicos e instrumentales. Tomados de Chuy et al, 1992. Escala original 1:1 000 000

- A. Intensidades máximas I(MSK) para Tiempos de Recurrencia T = 100 años.
(Rangos de intensidad desde 5.0 hasta 8.0 MSK).**
- B. Intensidades máximas I(MSK) para Tiempos de Recurrencia T = 10 000 años.
(Rangos de intensidad desde 7.0 hasta 10.0 MSK).**
- C. Intensidades máximas I(MSK) para Probabilidad de ocurrencia del 15 % y
Tiempo de vida útil de 50 años.
(Rangos de intensidad desde 6.0 hasta 9.0 MSK).**
- D. Aceleraciones horizontales máximas Ah (% g) para Tiempos de Recurrencia T =
100 años.
(Rangos de aceleración desde 2 hasta 20 % g).**
- E. Aceleraciones horizontales máximas Ah (% g) para Tiempos de Recurrencia T =
10 000 años.
(Rangos de aceleración desde 7 hasta 60 % g).**
- F. Aceleraciones horizontales máximas Ah (% g) para Probabilidad de ocurrencia
del 15 % y Tiempo de vida útil de 50 años.
(Rangos de aceleración desde 7 hasta 30 % g).**

Gráficos A – B - C



Gráficos D- E - F



ANEXO 10

Distribución en la ciudad de Santiago de Cuba de evaluaciones puntuales de terremotos. (Selección de casos).

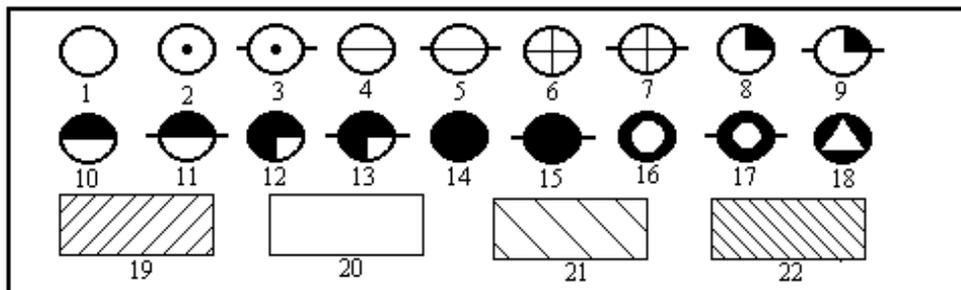
- A. Sismo del 12 de junio de 1766.
- B. Sismo del 20 de agosto de 1852.
- C. Sismo del 1 de diciembre de 1983.
- D. Sismo del 7 de julio de 1987.

Leyenda (Todas las Intensidades I en MSK).

1- I = 0	7- I = 4.5	13- I = 7.5
2- I = ?	8- I = 5.0	14- I = 8.0
3- I = 2.5	9- I = 5.5	15- I = 8.5
4- I = 3.0	10- I = 6.0	16- I = 9.0
5- I = 3.5	11- I = 6.5	17- I = 9.5
6- I = 4.0	12- I = 7.0	18- I = 10.0

Valores de variación de la intensidad DI para las zonas de la ciudad obtenidas por González et al, 1984.

19- DI = -1	21- DI = +1
20- DI = 0	22- DI ≥ +1



ANEXO 11

Distribución en la ciudad de Guantánamo de evaluaciones puntuales de terremotos. (Selección de casos).

A. Sismo del 1 de septiembre de 1985.

B. Sismo del 8 de noviembre de 1985.

Mapa base para la interpretación macrosísmica tomado de:

Análisis ingeniero – geológico de la ciudad de Guantánamo y sus alrededores con fines de microzonación sísmica, de Oliva et al (1989).

Leyenda

- 1.- Zona A. Favorable. Categoría Sísmica CS = II.
Variación de la Intensidad Sísmica DI = 0.
- 2.- Zona B. Desfavorable. CS = III ; DI = + 1.
- 3.- Zona C. Muy Desfavorable. CS = III ; DI \geq + 1.
- 4.- Perímetro aproximado de la ciudad.
- 5.- Frontera de las Zonas Ingeniero – Geológicas.

Intensidades Sísmicas I en la Escala MSK del 6 al 13:

6.- I = 0	10.- I = 3.5
7.- I = ?	11.- I = 4.0
8.- I = 2.5	12.- I = 4.5
9.- I = 3.0	13.- I = 5.0

ANEXO 12

CARACTERIZACION MACROSISMICA DE TERREMOTOS SIGNIFICATIVOS DEL ARCHIPIELAGO CUBANO

Todos los terremotos que se presentan en este Anexo fueron procesados utilizando el Programa MACRO, bajo la condición de tener mapa de isosistas o reportes de localidades que permitieran la modelación de sus parámetros de atenuación. Los parámetros fundamentales de los sismos se presentan paralelamente en los Anexos 3 y 6, con excepción de las que se consideraron réplicas por el autor. Todas las intensidades se dan por la Escala MSK. En cada caso se dan para consulta las principales fuentes donde puede obtenerse información sobre el terremoto y se presenta un breve resumen de los efectos en el área epicentral. Se señalan las principales localidades donde se reportó perceptible y se indica la principal Referencia del autor relativa a cada sismo en particular.

REFERENCIAS ESPECIALES EN LAS DESCRIPCIONES

Fondo de Datos del CENAIS: El autor realizó total o parcialmente la recopilación de Datos Macrosísmicos y/o preparó o realizó las evaluaciones de intensidad sísmica correspondientes al terremoto. Se incluyen los sismos que tienen datos instrumentales y cuyos parámetros forman parte de las Bases de Datos del CENAIS.

Encuestas Retrospectivas por Chuy: El autor realizó recorridos específicos en ese territorio para la búsqueda de Datos Macrosísmicos para el Catálogo y/o búsquedas especializadas en Museos, Bibliotecas u otros Centros de Información en diferentes provincias. Se consideran los casos de sismos recientes con registro instrumental, en que no se realizaron recorridos específicos en ese momento y cuyos datos fueron recopilados por el autor tiempo después, simultaneando esa actividad con otros trabajos en esas áreas.

1766 06 12 a las 05:14 UT con $I_{max} = 9.0$ en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Terremoto muy fuerte. Destruyó la mayoría de las edificaciones de la ciudad, entre ellas la capilla mayor de la Catedral, el Convento de San Francisco, el Hospital, los muros construidos para el Palacio Real, la Audiencia y Sala de Justicia; además de las Iglesias de Dolores, Santa Lucía y El Carmen, entre otras edificaciones. Produjo 120 muertos y más de 600 heridos. Tuvo muchas réplicas, fundamentalmente en las 48 horas siguientes. Se reportó perceptible hasta Ciudad Habana y la vecina Isla de Jamaica. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Actas Capitulares (Inéditas), Archivo Museo Eclesiástico (Inédito), Archivo Nacional de Cuba (Inédito), Bacardí (1925), Bottino (1878), Castellanos (1934), Chuy et al (1982), Gutierrez (1914), Martínez - Fortún (1948), Pezuela (1863), Pichardo (1854), Poey (1857), Reales Cédulas (Inéditas), Tomblin et al (1977), Trinidad (1890).

1852 07 07 a las 12:25 UT con I_{max} = 5.0 en CUBA

Resumen: Temblor fuerte. Se reporta estremecimientos en muchos lugares del territorio nacional, desde Las Taironas en Pinar del Río, Ciudad Habana, Matanzas, Sagua la Grande, Santa Clara, Cienfuegos, Trinidad, Ciego de Avila, Camagüey y Nuevitas. Se reportó perceptible en Kingston en la vecina isla de Jamaica. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Chuy et al (1980, 1982), Cruz (1958), Martínez - Fortún (1948), Montouliou (1968), Morales (1931), Pichardo (1854), Poey (1855a), Tomblin et al (1977).

1852 08 20 a las 14:05 UT con I_{max} = 9.0 en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Terremoto muy fuerte. Produjo la ruina de numerosas edificaciones importantes como la Aduana, Intendencia, Casa de Gobierno y serios daños en más de medio millar de viviendas. Produjo 2 muertos. Ver Anexos 2, 3, 5 y 6.

Consultar: Archivo Histórico Nacional (Inéditos), Actas Capitulares (Inéditas), Bacardí (1925), Chuy et al (1982), Cruz, C. (1958), Archivo Nacional de Cuba (Inédito), Gimenez, J. (1852), Lorie, A (1852), Martínez - Fortún (1948), Montouliou (1933, 1968), Periódico "Gaceta de La Habana" (1852), Periódico "La Verdad" (1852), Pichardo, E. (1865), Poey (1855a, 1857), Rodríguez - Ferrer, M. (1876), Storch, M (1852), Tomblin et al (1977).

1852 11 26 a las 08:44 UT con I_{max} = 8.0 en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Terremoto fuerte. Provocó daños serios en la Catedral y Convento de San Francisco, además de que muchos edificios fueron destruidos. Se reportó perceptible en una gran parte del territorio nacional como la Sierra Maestra, Holguín, Nuevitas, Santa Cruz del Sur, Camagüey y la vecina isla de Jamaica. Produjo 3 muertos y muchos heridos. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Bacardí (1925), Chuy et al (1982), Cruz (1958), Archivo Nacional de Cuba (1853), Martínez - Fortún (1948), Montouliou (1933, 1968), Poey (1855a, 1857), Salteraín (1884), Tomblin et al (1977).

1880 01 23 a las 04:39 UT con I_{max} = 8.0 en SAN CRISTOBAL

Resumen: Terremoto fuerte sentido en toda la región occidental de Cuba. Produjo la destrucción de numerosas edificaciones y la seria afectación de numerosas viviendas. Ver Anexos 2, 3, 4, 5 y 6.

Consultar: Chuy et al (1980), Cruz (1958), Edo (1888), Martínez - Fortún (1948), Montouliou (1933, 1968), Morales (1931), Periódico "Diario de la Marina" (1880), Periódico "El Triunfo" (1880), Periódico "La Discusión" (1880), Periódico "La Voz de Cuba" (1880), Rousseau et al (1920), Viñes et al (1880).

1880 01 23 a las 09:14 UT con I_{max} = 6.5 en SAN CRISTOBAL

Resumen: Réplica del Sismo de 1880 - 01 - 23 a las 04:39 UT. Ver Anexos 2 y 6.

Consultar: Chuy et al (1980), Cruz (1958), Edo (1888), Martínez - Fortún (1948), Montouliou (1933, 1968), Morales (1931), Periódico "Diario de la Marina" (1880), Periódico "La Voz de Cuba" (1880), Rousseau et al (1920), Viñes et al (1880).

1880 01 23 a las 09:44 UT con I_{max} = 5.0 CANDELARIA

Resumen: Réplica del Sismo de 1880 - 01 - 23 a las 04:39 UT. Ver Anexos 2 y 6.

Consultar: Chuy et al (1980), Cruz (1958), Edo (1888), Martínez - Fortún (1948), Montouliou (1933, 1968), Morales (1931), Periódico "Diario de la Marina" (1880), Periódico "La Voz de Cuba" (1880), Rousseau et al (1920), Viñes et al (1880).

1880 01 26 a las 10:34 UT con I_{max} = 5.5 en SAN CRISTOBAL

Resumen: Réplica del Sismo de 1880 – 01 – 23 a las 04:39 UT. Ver Anexos 2 y 6.

Consultar: Chuy et al (1980), Cruz (1958), Edo (1888), Martínez – Fortún (1948), Montoulieu (1933, 1968), Morales (1931), Periódico “Diario de la Marina” (1880), Periódico “La Voz de Cuba” (1880), Rousseau et al (1920), Viñes et al (1880).

1905 05 06 a las 20:54 UT con I_{max} = 3.0 en CUBA

Resumen: Temblor. Se reportan estremecimientos en muchos lugares del territorio nacional. Se reportó perceptible en San Cristóbal, Puerto Peraza y Santiago de Cuba, entre otros lugares. Ver Anexo 3 y 6.

Consultar: Chuy et al (1980, 1982), Martínez – Fortún (1948), Montoulieu (1968).

1906 06 22 a las 07:09 UT con I_{max} = 7.0 en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Terremoto. Derribó numerosas paredes de edificaciones y produjo pánico en la población. Se reporta perceptible en numerosos lugares de la parte oriental del país, tales como Camagüey, Nuevitas, Campechuela, Bayamo y hasta la vecina isla de Jamaica. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Chuy et al (1982), Forment (1953), Martínez – Fortún (1948), Periódico “Diario de la Marina”, Tomblin et al (1977).

1914 02 28 a las 05:19 UT con I_{max} = 7.0 en GIBARA

Resumen: Terremoto sentido en las regiones oriental y central del país. Produjo numerosas afectaciones en edificaciones, principalmente en Gibara. Ver Anexos 3, 4, 5 y 6, así como los Capítulos 2 y 3.

Consultar: Chuy et al (1982), Encuestas Retrospectivas por Chuy, Iñiguez et al (1976), Miyamura (1976), Montoulieu (1968), Morales (1931), Pastor (1917), Periódico “Diario de la Marina” (1914), Periódico “El Tanameño” (1914), Periódico “El Triunfo” (1914), Periódico “La Correspondencia” (1943), Jover (1917), Trelles (1918), Tomblin et al (1977).

1914 12 25 a las 05:19 UT con I_{max} = 7.0 en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Terremoto que produjo muchas afectaciones en edificaciones de la ciudad de Santiago de Cuba. Se reporta sentido en una gran parte de la porción oriental del país, tales como Niquero, Santa Cruz del Sur, Manzanillo y Bayamo, así como en muchas localidades de la vecina isla de Jamaica. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Chuy et al (1982), Martínez – Fortún (1948), Periódico Diario de la Marina (1914), Periódico El Tanameño (1914), Tomblin et al (1977).

1926 08 03 a las 11:30 UT con I_{max} = 7.0 en MANZANILLO

Resumen: Terremoto que produjo el colapso de 6 viviendas y afectaciones en otras. Produjo pánico en la población. Produjo deslizamientos de tierra. Sentido en gran parte de las provincias Granma y Las Tunas, incluyendo Santa Cruz del Sur. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Chuy et al (1982), Encuestas Retrospectivas por Chuy, Montoulieu (1968), Tomblin et al (1977).

1927 03 05 a las 04:17 UT con I_{max} = 6.0 en SANTIAGO-GUANTANAMO

Resumen: Temblor muy fuerte que produjo pánico en la población y se reportó perceptible en varias localidades de las provincias de Santiago de Cuba, Holguín y Guantánamo. Produjo afectaciones ligeras en varias edificaciones. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Chuy et al (1982), Encuestas Retrospectivas por Chuy, Martínez – Fortún (1948).

1928 06 05 a las 15:45 UT con I_{max} = 5.0 en JAMAICA (Guantánamo)

Resumen: Temblor fuerte. Se reporta perceptible en varias localidades de las provincias Guantánamo y Holguín. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Chuy et al (1982), Encuestas Retrospectivas por Chuy, Martínez – Fortún (1948) Periódico El Tanameño (1928).

1930 01 17 a las 12:00 UT con I_{max} = 7.0 en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Terremoto. Produjo afectaciones en edificaciones en Santiago de Cuba. Produjo deslizamientos de tierra en el Puerto de Moya, El Cobre y Maffo. Se reporta perceptible en las provincias Las Tunas, Santiago de Cuba, Granma y Holguín. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Chuy et al (1982), Encuestas Retrospectivas por Chuy, Montoulieu (1968).

1932 02 03 a las 06:15 UT con I_{max} = 8.0 en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Terremoto fuerte. Fueron afectadas el 80 % de las edificaciones de la ciudad y colapsadas totalmente el 5 %. Se produjeron 14 muertos y más de 300 heridos. Se produjeron alteraciones en el curso de arroyos y alteraciones en manantiales. Se reportó perceptible en toda la porción oriental del archipiélago cubano. Produjo grandes afectaciones en las localidades cercanas al epicentro. Se reportan muchas réplicas. Ver Anexos 3, 4, 5 y 6.

Consultar: Chuy et al (1982), Encuestas Retrospectivas por Chuy, Fondo de Datos del CENAI, Magazine Las Noticias (1932), Martínez – Fortún (1948), Montoulieu (1933, 1968), Periódico “Diario de la Marina” (1932), Tomblin et al (1977).

1932 06 06 a las 09:12 con I_{max} = 6.0 en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Temblor muy fuerte. Produjo afectaciones menores en la ciudad de Santiago de Cuba. Se reporta perceptible en varias localidades de las provincias Granma, Santiago de Cuba, Guantánamo y Holguín. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Chuy et al (1982), Encuestas Retrospectivas por Chuy, Fondo de Datos del CENAI, Martínez – Fortún (1948), Montoulieu (1968), Tomblin et al (1977), Viñas (1949).

1936 12 19 a las 15:30 UT con I_{max} = 4.5 en YAGUAJAY

Resumen: Temblor fuerte. Se reporta sentido en varias localidades de la provincia Villa Clara. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Chuy et al (1980), Encuestas Retrospectivas por Chuy, Martínez – Fortún (1948, 1958), Periódico “El Faro” (1939) .

1937 05 14 de DIA con UT con I_{max} = 5.0 en SAGUA LA GRANDE

Resumen: Temblor fuerte. Se reporta sentido en varias localidades de la provincia Villa Clara. Produjo cierta alarma. Se reporta la caída de algunos objetos pVer Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Chuy et al (1980), Encuestas Retrospectivas por Chuy, Montoulieu (1968).

1939 08 15 a las 03:52 UT con $I_{max} = 7.0$ en REMEDIOS-CAIBARIEN

Resumen: Terremoto sentido en toda la región central del país. Se reportan daños y afectaciones en varias edificaciones de las ciudades de Remedios y Caibarien. Ver Anexos 3, 4, 5 y 6 , así como el Capítulo 3.

Consultar: Chuy et al (1980), Encuestas Retrospectivas por Chuy, Martínez – Fortún (1958), Montoulieu (1968), Periódico El Comercio (1939), Periódico “El Faro” (1939), Periódico “La Correspondencia” (1939).

1940 09 23 a las 04:35 UT con $I_{max} = 6.0$ en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Temblor muy fuerte. Causó alarma, caída de algunas cornisas y afectaciones menores en edificaciones. Se reporta perceptible en varias localidades de las provincias Santiago de Cuba, Granma, Holguín y Guantánamo. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Chuy et al (1982), Martínez – Fortún (1948), Montoulieu (1968), Viñas (1949).

1941 04 25 a las 02:15 UT con $I_{max} = 4.0$ en SAGUA LA GRANDE

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en algunas localidades de esa región. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Chuy et al (1980), Encuestas Retrospectivas por Chuy, Montoulieu (1968).

1942 04 a las 09:00 UT con $I_{max} = 4.5$ en TUMBADERO

Resumen: Temblor. Se reportan sentidas las vibraciones de techos y paredes por muchas personas en el interior de las viviendas. Sentido por algunos en el exterior con cierta fuerza. Se señala sentido en varias localidades de esa región. Tumbó algunos objetos de adorno. Ver Anexo 3 y 6.

Consultar: Encuestas Retrospectivas por Chuy.

1942 08 de MNN con $I_{max} = 4.5$ en RODAS

Resumen: Temblor. Se reportan sentidas las vibraciones de techos y paredes por muchas personas en el interior de las viviendas. Se señala sentido en varias localidades de esa región. Sentidos ruidos subterráneos fuertes. Produjo alarma en la población que salió fuera de sus casas. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Encuestas Retrospectivas por Chuy.

1943 07 30 a las 02:40 UT con $I_{max} = 6.0$ en TRINIDAD

Resumen: Temblor muy fuerte. Sentido por todos los habitantes de la zona epicentral. Derribó objetos y produjo afectaciones menores en algunas edificaciones. Sentidas fuertes sacudidas en techos y paredes. Movié cuadros de sus sitios. Causó alarma en toda la población que salió fuera de sus casas. Se señala sentido en muchas localidades de las provincias de Cienfuegos, Villa Clara y Sancti Spíritus. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Chuy et al (1980), Encuestas Retrospectivas por Chuy, Montoulieu (1968), Periódico “El Comercio” (1943), Periódico “La Correspondencia” (1943).

1944 12 15 a las 14:15 UT con $I_{max} = 5.0$ en SAGUA DE TANAMO

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos fuertes que produjeron alarma en la población. Vibraciones de techos y paredes. Se cayeron algunos objetos. Se reporta sentido en muchas localidades de las provincias orientales. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Chuy et al (1982), Encuestas Retrospectivas por Chuy, Montoulieu (1968), Periódico “Diario de la Marina” (1944), Periódico “El Tanameño” (1944), Tomblin et al (1977).

1945 01 22 con $I_{max} = 5.0$ en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos. Alarmó a la población. Se señalan vibraciones de techos y paredes. Se señala la caída de algunos objetos ligeros. Se señala caída de repello en algunas paredes. Se reporta sentido en muchas localidades de las provincias orientales. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6

Consultar: Chuy et al (1982), Montoulieu (1968), Periódico “Diario de la Marina” (1945).

1947 08 07 a las 00:40 UT con $I_{max} = 7.0$ en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Terremoto. Derribó muchas paredes en la ciudad de Santiago de Cuba, donde además detuvo el reloj de la Catedral. Se reporta sentido en todas las provincias orientales y Camagüey. Produjo muchas afectaciones en general. Se señala gran alarma en la población y produjo muchas réplicas en los días siguientes. Sentido por toda la población. Ver Anexos 3, 4, 5 y 6.

Consultar: Chuy et al (1982), Encuestas Retrospectivas por Chuy, Martínez – Fortún (1948), Periódico “Diario de la Marina”, Viñas (1949).

1947 08 07 a las 19:20 UT con $I_{max} = 5.0$ en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Temblor fuerte. Réplica del sismo de 1947 – 08 – 07 a las 00:40 UT. Ver Anexo 6.

Consultar: Chuy et al (1982), Periódico “El País” (1947), Montoulieu (1968), Viñas (1949).

1949 06 19 de MDA con $I_{max} = 5.0$ en TOPES DE COLLANTES

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Vibraciones de techos y paredes. Se cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Chuy et al (1980), Encuestas Retrospectivas por Chuy, Periódico “El Comercio” (1949), Periódico “La Correspondencia” (1949).

1949 11 23 a las 12:21 UT con $I_{max} = 4.0$ en SANTA CRUZ DEL SUR

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Encuestas Retrospectivas por Chuy.

1951 05 13 a las 10:00 UT con $I_{max} = 6.0$ en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Temblor muy fuerte. Se produjeron afectaciones menores en edificaciones, así como la caída de algunos objetos. Produjo alarma en la población que abandonó temporalmente sus viviendas. Sentidos ruidos subterráneos fuertes. Muchos tuvieron

sensaciones de mareo. Se señala sentido en varias localidades de las provincias Santiago de Cuba, Granma y Holguín. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Chuy et al (1982), Montoulieu (1968), Colegio Dolores (1964).

1952 02 03 a las 16:30 UT con $I_{max} = 5.0$ en QUEMADO DE GUINES

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron cierta alarma en la población. Vibraciones de techos y paredes. Se cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Chuy et al (1980), Encuestas Retrospectivas por Chuy, Martínez – Fortún (1958).

1953 01 01 a las 11:20 UT con $I_{max} = 6.0$ en MORON

Resumen: Temblor muy fuerte. Se produjeron algunas afectaciones menores y caída de repello en algunas paredes y alarma en la población que abandonó temporalmente sus viviendas. Sentidos ruidos subterráneos fuertes. Algunas personas tuvieron sensaciones de mareo. Se señala sentido en varias localidades de las provincias Sancti Spiritus, Camaguey y Villa Clara. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Encuestas Retrospectivas por Chuy, Martínez – Fortún (1958).

1953 01 02 a las 15:00 UT con $I_{max} = 4.0$ en SAGUA LA GRANDE

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en algunas localidades de esa región.

Consultar: Encuestas Retrospectivas por Chuy, Martínez – Fortún (1958).

1953 09 20 a las 12:30 UT con $I_{max} = 5.5$ en VELAZCO

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Vibraciones de techos y paredes. Se cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Encuestas Retrospectivas por Chuy.

1954 12 16 a las 12:08 UT con $I_{max} = 5.0$ en CAI J. MENENDEZ

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se reportan vibraciones de techos y paredes. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Encuestas Retrospectivas por Chuy.

1957 06 17 a las 15:45 UT con $I_{max} = 5.0$ en GUANTANAMO

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos fuertes ruidos subterráneos que produjeron cierta alarma en la población. Se reportan estremecimientos de techos y paredes. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Chuy et al (1982), Colegio Dolores (1964), Encuestas Retrospectivas por Chuy.

1957 09 11 a las 23:30 UT con $I_{max} = 5.0$ en PINAR DEL RIO

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron cierta alarma en la población. Vibraciones fuertes de techos y paredes. Se corrieron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Chuy et al (1980), Cruz (1958), Encuestas Retrospectivas por Chuy, Montoulieu (1968).

1960 05 25 a las 15:30 UT con $I_{max} = 5.0$ en REMEDIOS

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos fuertes ruidos subterráneos que produjeron cierta alarma en la población. Se reportan estremecimientos de techos y paredes. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Chuy et al (1980), Encuestas Retrospectivas por Chuy.

1961 a las 15:00 UT con $I_{max} = 4.5$ en CAI 0. MORALES

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Encuestas Retrospectivas por Chuy.

1962 07 19 a las 10:17 UT con $I_{max} = 6.0$ en MANZANILLO

Resumen: Temblor muy fuerte. Se produjeron algunas afectaciones menores y caída de repello en algunas paredes y alarma en la población que abandonó sus viviendas. Sentidos ruidos subterráneos. Algunas personas tuvieron sensaciones de mareo. Se señala sentido en varias localidades de las provincias Las Tunas, Camagüey, Santiago de Cuba, Holguín y Granma. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Chuy et al (1982), Encuestas Retrospectivas por Chuy, Montoulieu (1968).

1962 08 18 10:20 UT con $I_{max} = 5.0$ en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron cierta alarma en la población. Se señalan vibraciones fuertes de techos y paredes. Se cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAI.

1966 12 de NCH con $I_{max} = 3.0$ en VERTIENTES-BIBIJAGUA

Resumen: Temblor débil. Sentidos los estremecimientos por algunas personas. Vibraron objetos levemente. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Encuestas Retrospectivas por Chuy.

1968 10 11 a las 02:38 UT con $I_{max} = 6.0$ en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Temblor muy fuerte. Se produjeron algunas afectaciones menores y caída de repello en algunas paredes. Se produjo alarma en la población que abandonó sus viviendas. Sentidos ruidos subterráneos. Se señala sentido en varias localidades de las provincias Las Tunas, Guantánamo, Santiago de Cuba, Holguín y Granma. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Chuy et al (1982), Fondo de Datos del CENAI, Encuestas Retrospectivas por Chuy.

1970 11 11 a las 14:24 UT con $I_{max} = 4.0$ en SANCTI SPIRITUS

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Sentidos ruidos subterráneos. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Chuy et al (1980), Fondo de Datos del CENAI, Encuestas Retrospectivas por Chuy.

1971 07 26 a las 15:26 UT con $I_{max} = 4.5$ en PURIALITO

Resumen: Temblor muy fuerte. Se produjeron algunas afectaciones menores y caída de repello en algunas paredes y alarma en la población que abandonó sus viviendas. Sentidos ruidos subterráneos. Algunas personas tuvieron sensaciones de mareo. Se señala sentido en varias localidades de las provincias Las Tunas, Camagüey, Santiago de Cuba, Holguín y Granma. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Chuy et al (1980), Fondo de Datos del CENAI, Encuestas Retrospectivas por Chuy.

1972 06 27 a las 00:12 UT con $I_{max} = 5.0$ en ESMERALDA

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron cierta alarma en la población. Se señalan vibraciones de techos y paredes. Se cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAI, Encuestas Retrospectivas por Chuy.

1974 04 08 a las 03:18 UT con $I_{max} = 6.0$ en ESMERALDA

Resumen: Temblor muy fuerte. Se produjeron algunas afectaciones menores y caída de repello en algunas paredes y alarma en la población que abandonó sus viviendas. Sentidos ruidos subterráneos. Algunas personas tuvieron sensaciones de mareo. Se señala sentido en varias localidades de las provincias Las Tunas, Camagüey, Santiago de Cuba, Holguín y Granma. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAI, Encuestas Retrospectivas por Chuy.

1974 11 05 a las 06:35 UT con $I_{max} = 5.0$ en ESMERALDA-CAI BOLIVIA

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se señalan estremecimientos fuertes de techos y paredes. Se cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Encuestas Retrospectivas por Chuy.

1976 02 19 a las 13:59 UT con $I_{max} = 8.0$ en PILON

Resumen: Terremoto fuerte. Produjo serias afectaciones en algunas edificaciones. Se reporta sentido en muchas localidades de las provincias Las Tunas, Santiago de Cuba, Granma y Holguín. Produjo dos muertos. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Encuestas Retrospectivas por Chuy.

1976 10 20 a las 08:15 UT con $I_{max} = 4.0$ en ZULUETA

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones suaves de puertas, ventanas y techos. Sentido en algunas localidades de esa región. Se señalan ruidos subterráneos por algunos. Anexo 3 y 6.

Consultar: Chuy et al (1980), Encuestas Retrospectivas por Chuy.

1976 10 24 a las 02:15 UT con $I_{max} = 5.5$ en LA FELICIDAD

Resumen: Temblor fuerte. Se produjeron derrumbes menores. Produjo alarma entre los pobladores de la zona. Se señala sentido en un omnibus. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Chuy et al (1980), Fondo de Datos del CENAIIS.

1978 11 13 a las 07:43 UT con $I_{max} = 6.0$ en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Temblor muy fuerte. Se produjeron algunas afectaciones menores, caída de repello y gritas en cubierte en algunas paredes y alarma en la población que abandonó sus viviendas. Sentidos ruidos subterráneos. Algunas personas tuvieron sensaciones de mareo. Se señala sentido en varias localidades de las provincias Las Tunas, Camagüey, Santiago de Cuba, Holguín y Granma. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Chuy et al (1982), Fondo de Datos del CENAIIS.

1980 03 11 a las 03:57 UT con $I_{max} = 4.5$ en PUERTO PADRE

Resumen: Temblor . Sentidos ruidos subterráneos que produjeron cierta alarma en la población. Se señalan estremecimientos de techos y paredes. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Chuy et al (1982), Fondo de Datos del CENAIIS.

1981 06 11 a las 18:35 UT con $I_{max} = 5.0$ en ALONSO DE ROJAS

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se señalan vibraciones de techos y paredes. Se cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por muchos en el exterior. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS, Encuestas Retrospectivas por Chuy.

1982 12 16 a las 20:20 UT con $I_{max} = 6.0$ en TORRIENTE-J.GRANDE

Resumen: Temblor muy fuerte. Se produjeron afectaciones menores, así como el agrietamiento y caída de repello de algunas paredes. Se produjo alarma en la población que abandonó sus viviendas. Sentidos ruidos subterráneos. Algunas personas tuvieron sensaciones de mareo. Se señala sentido en varias localidades de las provincias Matanzas, La Habana, Ciudad Habana Villa Clara y Cienfuegos. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1983 01 22 a las 00:41 UT con $I_{max} = 4.5$ en SAGUA LA GRANDE

Resumen: : Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de ventanas y techos. Sentidos ruidos subterráneos. Sonaron objetos en las cocinas. Se reporta sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1983 12 01 a las 00:09 UT con $I_{max} = 5.0$ en MAR VERDE

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se señalan vibraciones de techos y paredes. Se cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por muchos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1984 02 23 a las 14:56 UT con $I_{max} = 4.0$ en LOS PATAOS

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1984 04 02 a las 06:37 UT con $I_{max} = 5.0$ en CAÑA BRAVA

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se señalan estremecimientos de techos y paredes. Se cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por muchos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1984 04 02 a las 10:15 UT con $I_{max} = 4.0$ en OCUJAL DEL TURQUINO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas y por algunos en el exterior. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta en varias localidades de este territorio. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1984 04 21 a las 07:11 UT con $I_{max} = 4.0$ en EL DIAMANTE

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Se reporta en varias localidades de este territorio. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta ruido subterráneo. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1984 05 03 a las 17:47 UT con $I_{max} = 5.0$ en CAIMANERA

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se señalan vibraciones fuertes de techos y paredes. Tumbó algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por muchos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1984 05 05 a las 13:22 UT con $I_{max} = 4.0$ en AEROPUERTO A.MACEO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Se señala sentido en el exterior por algunas personas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1984 05 16 a las 02:50 UT con $I_{max} = 4.5$ en SAN VICENTE

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de ventanas y techos. Sentidos ruidos subterráneos. Sonaron objetos en las cocinas. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Encuestas Retrospectivas por Chuy.

1984 08 20 a las 02:37 UT con $I_{max} = 5.0$ en CHIVIRICO

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se señalan vibraciones fuertes de techos y paredes. Se cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por muchos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1984 08 30 a las 00:26 UT con $I_{max} = 4.0$ en SAN LORENZO

Resumen: Temblor. Se reporta en varias localidades de este territorio. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de ventanas y techos. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1984 10 21 a las 11:48 UT con $I_{max} = 4.0$ en EL OASIS

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Sentidos ruidos subterráneos. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1984 10 23 a las 14:55 UT con $I_{max} = 4.0$ en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1984 10 27 a las 05:51 UT con $I_{max} = 6.0$ en ASERRADERO

Resumen: Temblor muy fuerte. Se produjeron algunas afectaciones menores y caída de repello en algunas paredes y alarma en la población que abandonó sus viviendas. Sentidos ruidos subterráneos. Algunas personas tuvieron sensaciones de mareo. Se señala sentido en varias localidades de las provincias Las Tunas, Camagüey, Santiago de Cuba, Holguín y Granma. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1985 01 12 a las 07:45 UT con $I_{max} = 4.5$ en TOPES DE COLLANTES

Resumen: Temblor. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron cierta alarma en la población. Se señalan vibraciones de techos y paredes. Se cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por muchos en el exterior. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS, Encuestas Retrospectivas por Chuy.

1985 01 24 a las 21:59 UT con $I_{max} = 4.5$ en JURAGUA

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se señalan vibraciones de techos y paredes. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por muchos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1985 05 01 a las 15:06 UT con $I_{max} = 4.0$ en BERRACO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reportan ruidos subterráneos. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1985 05 19 a las 13:04 UT con $I_{max} = 4.0$ en BACONAO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1985 06 21 a las 02:51 UT con $I_{max} = 4.0$ en EL OASIS

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1985 09 01 a las 01:01 UT con $I_{max} = 5.0$ en BACONAO

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se señalan vibraciones fuertes de techos y paredes. Se cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por muchos en el exterior. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1985 11 08 a las 03:33 UT con $I_{max} = 5.0$ en CAIMANERA

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se señalan estremecimientos fuertes de techos y paredes. Cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1985 11 14 a las 17:35 UT con $I_{max} = 3.5$ en CALETON BLANCO

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones moderadas por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de puertas, ventanas y techos. Sentido por varias personas en la playa. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1986 01 07 a las 21:47 UT con $I_{max} = 4.0$ en SIBONEY

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Sentidos ruidos subterráneos. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de datos del CENAIIS.

1986 01 07 a las 21:47 UT con $I_{max} = 3.5$ en EL OASIS

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones moderadas por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de puertas, ventanas y techos. Sentido algunas personas en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de datos del CENSAIS.

1986 06 16 a las 14:53 UT con $I_{max} = 4.0$ en SAN LORENZO-M. FRIO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENSAIS.

1986 08 31 a las 10:59 UT con $I_{max} = 4.5$ en RAMON DE LAS YAGUAS

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones y ruido subterráneo por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENSAIS.

1986 10 03 a las 20:01 UT con $I_{max} = 4.0$ en BACONAO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENSAIS.

1986 10 08 a las 04:51 UT con $I_{max} = 5.0$ en CHAMBAS

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se señalan estremecimientos fuertes de techos y paredes. Cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENSAIS.

1986 12 16 a las 02:17 UT con $I_{max} = 4.0$ en BACONAO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENSAIS.

1987 02 03 a las 22:12 UT con $I_{max} = 3.5$ en FRIO DE NAGUA

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones moderadas por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de puertas, ventanas y techos. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENSAIS.

1987 04 11 a las 14:49 UT con $I_{max} = 4.5$ en BAYAMO

Resumen: Temblor . Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones moderadas de puertas, ventanas y techos. Sentido por algunas personas en el exterior. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENSAIS.

1987 04 25 a las 17:48 UT con $I_{max} = 4.5$ en BAYAMO

Resumen: Temblor. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron cierta alarma en la población. Se señalan estremecimientos de techos y paredes. Cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por pocos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1987 04 25 a las 20:14 UT con $I_{max} = 3.5$ en CASIBACOA-CERCA BLANCA

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones moderadas por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Sentido por algunas personas en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1987 04 25 a las 23:49 UT con $I_{max} = 4.0$ en CRUCE DE FIGUEREDO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1987 07 07 a las 22:06 UT con $I_{max} = 4.5$ en CAZONAL

Resumen: Temblor. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alguna alarma en la población. Se señalan estremecimientos de techos y paredes. Cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por pocos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1987 07 08 a las 05:49 UT con $I_{max} = 4.0$ en JURAGUA

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1987 11 07 a las 12:50 UT con $I_{max} = 4.5$ en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Temblor. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron poca alarma en la población. Se señalan estremecimientos de techos y paredes. Cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1987 11 15 a las 20:57 UT con $I_{max} = 4.0$ en RAMON DE LAS YAGUAS

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Sentido por pocas personas en el exterior. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1988 01 04 a las 10:33 UT con $I_{max} = 3.5$ en MARIA

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones débiles por algunas personas en el interior de las casas. Sentida la vibraciónes de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en algunas localidades de este territorio. Sentidos ruidos subterráneos ligeros. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1988 01 05 a las 02:24 UT con $I_{max} = 5.0$ en PLAYA BORRACHOS

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se señalan estremecimientos fuertes de techos y paredes. Cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1988 02 15 a las 12:25 UT con $I_{max} = 3.0$ en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones débiles por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de puertas, ventanas y techos. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1988 02 15 a las 14:50 UT con $I_{max} = 3.0$ en CIUDAMAR

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones débiles por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de puertas, ventanas y techos. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1988 02 16 a las 18:55 UT con $I_{max} = 3.5$ en LAGUNA BACONAO

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones moderadas por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de puertas, ventanas y techos. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1988 03 20 a las 22:17 UT con $I_{max} = 4.0$ en CAZONAL

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1988 03 27 a las 09:12 UT con $I_{max} = 4.0$ en BAYAMO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades del territorio. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1988 03 29 a las 20:28 UT con $I_{max} = 4.0$ en HORNO ABAJO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1988 06 24 a las 21:51 UT con $I_{max} = 4.0$ en LA SIERRA

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio y por algunas personas sentidos ruidos subterráneos. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1988 07 04 a las 05:27 UT con $I_{max} = 4.0$ en LAS GUASIMAS

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Sentido en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1988 07 04 a las 05:35 UT con $I_{max} = 4.0$ en LAS GUASIMAS

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas vibraciones de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de ese territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1988 11 12 a las 03:34 UT con $I_{max} = 4.0$ en PILON

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas vibraciones de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de ese territorio. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1988 11 14 a las 21:44 UT con $I_{max} = 4.0$ en PALMARITO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Sentidos ruidos subterráneos débiles. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1988 12 04 a las 03:34 UT con $I_{max} = 5.0$ en IMIAS

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se señalan estremecimientos fuertes de techos y paredes. Cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por muchos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1988 12 10 a las 19:13 UT con $I_{max} = 4.0$ en BACONAO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 02 12 a las 14:26 UT con $I_{max} = 4.5$ en IMIAS

Resumen: Temblor. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alguna alarma en la población. Se señalan estremecimientos fuertes de techos y paredes. Cayeron pocos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por pocos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 02 15 a las 12:28 UT con $I_{max} = 4.0$ en CABO CRUZ

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Sentidos ruidos subterráneos. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 03 01 a las 22:30 UT con $I_{max} = 3.0$ en BACONAO

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones débiles por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 03 06 a las 07:41 UT con $I_{max} = 3.5$ en ASERRADERO

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 03 27 a las 00:46 UT con $I_{max} = 4.0$ en BACONAO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta que se sintieron ruidos subterráneos débiles por algunas personas. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 04 14 a las 03:03 UT con $I_{max} = 4.5$ en OCUJAL DEL TURQUINO

Resumen: Temblor. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alguna alarma en la población. Se señalan estremecimientos fuertes de techos y paredes. Cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por muchos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 05 08 a las 21:28 UT con $I_{max} = 4.0$ en ASERRADERO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 06 21 a las 01:47 UT con $I_{max} = 4.0$ en HATIBONICO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 07 01 a las 21:06 UT con $I_{max} = 3.5$ en MAR VERDE

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 07 01 a las 21:11 UT con $I_{max} = 3.0$ en MAR VERDE

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones débiles por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 07 02 a las 04:41 UT con $I_{max} = 4.5$ en MAR VERDE

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 07 02 a las 06:24 UT con $I_{max} = 3.5$ en MAR VERDE

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 07 02 a las 18:01 UT con $I_{max} = 4.0$ en ASERRADERO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 07 02 a las 18:18 UT con $I_{max} = 4.0$ en ASERRADERO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Sentido por muy pocas personas en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 07 02 a las 21:17 UT con $I_{max} = 4.0$ en ASERRADERO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 07 10 a las 15:21 UT con $I_{max} = 4.0$ en MAR VERDE

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Sentidos ruidos subterráneos. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 07 10 a las 17:36 UT con $I_{max} = 4.0$ en MAR VERDE

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 07 19 a las 23:01 UT con $I_{max} = 4.0$ en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 08 06 a las 07:39 UT con $I_{max} = 4.5$ en SIBONEY

Resumen: Temblor. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se señalan estremecimientos moderados de techos y paredes. Cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por pocos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 09 27 a las 09:35 UT con $I_{max} = 3.5$ en BACONAO

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 10 09 a las 20:18 UT con $I_{max} = 3.0$ en MAR VERDE

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1989 10 31 a las 20:01 UT con $I_{max} = 4.5$ en SIBONEY

Resumen: Temblor. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron cierta alarma en la población. Se señalan estremecimientos moderados de techos y paredes. Cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 01 06 a las 16:08 UT con $I_{max} = 4.5$ en MAREA DEL PORTILLO

Resumen: Temblor. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se señalan estremecimientos fuertes de techos y paredes. Cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por pocos en el exterior. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 01 12 a las 10:35 UT con $I_{max} = 3.0$ en CALETON BLANCO

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones débiles por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 02 11 a las 22:03 UT con $I_{max} = 3.0$ en SIBONEY

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones débiles por algunas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 04 29 a las 18:12 UT con $I_{max} = 3.5$ en CAJOBABO

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 05 17 a las 23:30 UT con $I_{max} = 4.0$ en SIGUA

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio y en el exterior por algunas personas. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 05 22 a las 20:35 UT con $I_{max} = 6.0$ en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Temblor muy fuerte. Se produjeron afectaciones menores y caída de repello en algunas paredes y alarma en la población que abandonó sus viviendas. Sentidos ruidos subterráneos. Algunas personas tuvieron sensaciones de mareo. Se señala sentido en varias localidades de las provincias Las Tunas, Santiago de Cuba, Holguín, Guantánamo y Granma. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 05 23 a las 01:05 UT con $I_{max} = 3.5$ en MAR VERDE

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 05 23 a las 09:15 UT con $I_{max} = 4.0$ en MAR VERDE

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Sentido por algunos en el exterior de las casas. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 05 24 a las 16:15 UT con $I_{max} = 3.0$ en MAR VERDE

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones débiles por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 06 02 a las 23:54 UT con $I_{max} = 4.5$ en LA ROSITA

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se señalan estremecimientos fuertes de techos y paredes. Cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 06 06 a las 10:54 UT con $I_{max} = 4.0$ en BACONAO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Sentidos ruidos subterráneos débiles. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 08 16 a las 18:06 UT con $I_{max} = 3.0$ en SIBONEY

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones débiles por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 08 26 a las 07:53 UT con $I_{max} = 5.0$ en CABO CRUZ

Resumen: Temblor fuerte. Se produjeron algunas afectaciones menores y caída de repello en algunas paredes y alarma en la población que abandonó sus viviendas. Sentidos ruidos subterráneos. Algunas personas tuvieron sensaciones de mareo. Se señala sentido en varias localidades de las provincias Las Tunas, Camagüey, Santiago de Cuba, Holguín y Granma. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 09 04 a las 08:03 UT con $I_{max} = 6.0$ en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Temblor muy fuerte. Se produjeron afectaciones menores y caída de repello en algunas paredes y alarma en la población que abandonó sus viviendas. Sentidos fuertes ruidos subterráneos. Algunas personas tuvieron sensaciones de mareo. Se señala sentido en varias localidades de las provincias Las Tunas, Guantánamo, Santiago de Cuba, Holguín y Granma. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 09 04 a las 08:10 UT con $I_{max} = 4.0$ en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Sentidas vibraciones débiles en una zona abierta. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 10 03 a las 10:05 UT con $I_{max} = 4.0$ en SIBONEY

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Se reporta por algunas personas el haberlo sentido en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 10 04 a las 09:25 UT con $I_{max} = 3.5$ en MAR VERDE

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones débiles por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 10 30 a las 06:22 UT con $I_{max} = 4.0$ en SIGUA

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Sentidos ruidos subterráneos. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 10 30 a las 12:34 UT con $I_{max} = 5.0$ en MAR VERDE

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos fuertes ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se señalan estremecimientos fuertes de techos y paredes. La población abandonó sus viviendas. Cayeron algunos objetos. Vibraron vasijas fuertemente. Se reportan casos de sensaciones de mareo. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 10 31 a las 03:31 UT con $I_{max} = 5.0$ en MAR VERDE

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos fuertes ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se señalan estremecimientos fuertes de piso, techos y paredes. Cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por muchos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 11 25 a las 19:42 UT con $I_{max} = 3.0$ en SIBONEY

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones débiles por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 12 11 a las 03:08 UT con $I_{max} = 3.5$ en JURAGUA

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones débiles por varias personas en el interior de las casas. Sentidas los estremecimientos débiles de pisos y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1990 12 21 a las 07:46 UT con $I_{max} = 3.5$ en MAR VERDE

Resumen: Temblor débil. Sentidos estremecimientos débiles por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas los estremecimientos débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1991 01 05 a las 09:29 UT con $I_{max} = 4.0$ en BACONAO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1991 01 05 a las 13:17 UT con $I_{max} = 3.0$ en UVERO

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones débiles por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1991 06 02 a las 03:25 UT con $I_{max} = 3.0$ en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones débiles por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1991 06 10 a las 06:22 UT con $I_{max} = 4.0$ en LA MAGDALENA

Resumen: Temblor . Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas estremecimientos moderados de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1991 07 07 a las 21:53 UT con $I_{max} = 4.0$ en BACONAO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Sentidos ruidos subterráneos. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1991 07 10 a las 23:10 UT con $I_{max} = 3.0$ en SIGUA

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones débiles por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1991 07 11 a las 01:35 UT con $I_{max} = 4.0$ en SIBONEY

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Sentidos ruidos subterráneos. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1991 07 25 a las 03:13 UT con $I_{max} = 4.0$ en CALETON BLANCO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Sentido

por algunos en el exterior de las casas. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1991 08 22 a las 11:28 UT con $I_{max} = 3.0$ en LA MAGDALENA

Resumen: Temblor débil Sentidas vibraciones débiles por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1991 09 02 a las 20:59 UT con $I_{max} = 3.5$ en JURAGUA

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones moderadas por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1991 09 10 a las 23:56 UT con $I_{max} = 3.0$ en SIBONEY

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones débiles por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1991 09 20 a las 09:37 UT con $I_{max} = 4.0$ en SIBONEY

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1991 11 18 a las 06:20 UT con $I_{max} = 4.0$ en CALETON BLANCO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1992 03 20 a las 13:35 UT con $I_{max} = 6.0$ en MOA

Resumen: Temblor muy fuerte. Se produjeron algunas afectaciones menores y caída de repello en algunas paredes. Produjo alarma en la población que abandonó sus viviendas. Sentidos ruidos subterráneos. Algunas personas tuvieron sensaciones de mareo. Se señala sentido en varias localidades de las provincias Holguín, Las Tunas, Granma Las Tunas, Camagüey, Santiago de Cuba, Holguín y Granma. Ver Anexos 3, 5 y 6. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1992 05 25 a las 16:55 UT con $I_{max} = 7.0$ en CABO CRUZ

Resumen: Terremoto. Agrietó numerosas paredes de edificaciones y produjo pánico en la población. Se reporta perceptible en varias provincias de la parte oriental del país, tales como Camagüey, Las Tunas, Holguín, Bayamo y Santiago de Cuba. Produjo caída de objetos. Ver Anexos 3, 5 y 6.

Ver Anexos Nuevitas, Campechuela 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1992 09 25 a las 00:51 UT con $I_{max} = 4.0$ en CAIBARIEN

Resumen: Temblor. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron cierta alarma en la población. Se señalan estremecimientos moderados de techos y paredes. Se estremecieron los objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1993 03 10 a las 05:23 UT con $I_{max} = 4.0$ en LA MAGDALENA

Resumen: Temblor. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alguna alarma en la población. Se señalan estremecimientos moderados de techos y paredes. Se estremecieron los objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por muy pocos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1993 04 05 a las 06:30 UT con $I_{max} = 4.0$ en BACONAO

Resumen: Temblor. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron cierta alarma en la población. Se señalan estremecimientos moderados de techos y paredes. Vibraron los objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3, 5 y 6 Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1993 05 01 a las 15:34 UT con $I_{max} = 4.5$ en SIBONEY

Resumen: Temblor. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se señalan estremecimientos fuertes de piso, techos y paredes. Los objetos ligeros vibraron fuertemente. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por pocos en el exterior. Ver Anexos 3, 5 y 6 Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1993 05 09 a las 14:57 UT con $I_{max} = 3.0$ en SIBONEY

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones débiles por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1993 05 24 a las 21:42 UT con $I_{max} = 4.5$ en SIBONEY

Resumen: Temblor. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se señalan estremecimientos fuertes de piso, techos y paredes. Los objetos ligeros vibraron fuertemente. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por pocos en el exterior Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1993 08 16 a las 23:51 UT con $I_{max} = 3.0$ en JURAGUA

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1993 08 25 a las 14:52 UT con $I_{max} = 3.5$ en BACONAO

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones moderadas por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1993 09 13 a las 23:46 UT con $I_{max} = 4.0$ en BERRACO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1993 09 18 a las 08:58 UT con $I_{max} = 3.5$ en CABO CRUZ

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1993 10 01 a las 13:29 UT con $I_{max} = 3.0$ en BACONAO

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones débiles por algunas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1993 11 17 a las 15:35 UT con $I_{max} = 3.0$ en IMIAS

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1993 11 23 a las 18:33 UT con $I_{max} = 4.0$ en ASERRADERO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1993 12 12 a las 21:21 UT con $I_{max} = 3.0$ en BACONAO

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones débiles por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1993 12 28 a las 07:06 UT con $I_{max} = 3.5$ en LA MAGDALENA

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1995 01 27 a las 09:36 UT con $I_{max} = 4.0$ en JIGUANI

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1995 02 20 a las 10:35 UT con $I_{max} = 4.0$ en SIBONEY

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1995 03 02 a las 16:44 UT con $I_{max} = 3.0$ en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones débiles por pocas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones débiles de ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1995 03 09 a las 18:29 UT con $I_{max} = 5.0$ en GANUZA

Resumen: Temblor fuerte. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alarma en la población. Se señalan estremecimientos fuertes de techos y paredes. Cayeron algunos objetos ligeros. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por muchos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1995 04 05 a las 17:27 UT con $I_{max} = 4.0$ en ESMERALDA

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1995 05 02 a las 13:11 UT con $I_{max} = 4.0$ en CAIMANERA

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones moderadas de ventanas y techos. Se produjo cierta alarma. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1995 06 01 a las 08:48 UT con $I_{max} = 4.0$ en YAGUAJAY

Resumen: Temblor. Sentidos ruidos subterráneos que produjeron alguna alarma en la población. Se señalan estremecimientos moderados del piso, los techos y las paredes. Los objetos ligeros vibraron fuertemente. Se reporta sentido en varias localidades de esa región. Sentido por pocos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1995 06 10 a las 15:51 UT con $I_{max} = 4.0$ en CABO CRUZ

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1995 06 19 a las 06:34 UT con $I_{max} = 4.0$ en SANTIAGO DE CUBA

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1995 07 02 a las 00:43 UT con $I_{max} = 3.0$ en IMIAS

Resumen: Temblor débil. Sentidas vibraciones débiles por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de los techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Sonaron objetos en las cocinas. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1995 09 06 a las 04:30 UT con $I_{max} = 3.5$ en SIGUA

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones débiles por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de los techos. Sentidos ruidos subterráneos débiles. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Sonaron objetos en las cocinas. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1995 09 08 a las 07:08 UT con $I_{max} = 3.5$ en NIQUERO

Resumen: Temblor. Sentidos estremecimientos débiles por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de los techos. Sentidos ruidos subterráneos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Sonaron objetos en las cocinas. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1995 11 08 a las 02:47 UT con $I_{max} = 4.0$ en CHIVIRICO

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Sentido por algunos en el exterior. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1995 11 24 a las 19:43 UT con $I_{max} = 3.5$ en SIBONEY

Resumen: Temblor. Sentidos estremecimientos débiles por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de los techos. Sentidos ruidos subterráneos débiles. Sonaron objetos en las cocinas. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1996 06 06 a las 12:15 UT con $I_{max} = 3.5$ en SAGUA LA GRANDE

Resumen: : Temblor. Sentidas vibraciones débiles por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de los techos. Sentidos ruidos subterráneos débiles. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Sonaron objetos en las cocinas. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1996 08 08 a las 22:25 UT con $I_{max} = 4.5$ en TOPES DE COLLANTES

Resumen: : Temblor. Sentidos estremecimientos por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de ventanas y techos. Sentidos ruidos subterráneos. Sonaron objetos en las cocinas. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

1996 09 13 a las 06:31 UT con $I_{max} = 4.0$ en MOA

Resumen: Temblor. Sentidas vibraciones moderadas por muchas personas en el interior de las casas. Sentidas las vibraciones de puertas, ventanas y techos. Se reporta sentido en varias localidades de este territorio. Ver Anexos 3 y 6.

Consultar: Fondo de Datos del CENAIIS.

REFERENCIAS UTILIZADAS (Además de las utilizadas en las BIBLIOGRAFÍAS)

Actas Capitulares (Inéditas): Fondos del Archivo Histórico de Santiago de Cuba.

Alcover y Beltrán, A. M. (1905): Historia de la Villa de Sagua la Grande y su jurisdicción. Sagua la Grande.

Archivo Histórico Nacional (Inéditos): Fondo de Reales Ordenes y Cédulas

Archivo del Museo Eclesiástico de la Catedral de Santiago de Cuba (Inéditos): Fondos Bibliográficos.

Archivo Nacional de Cuba (Inédito): Fondo de Correspondencia de los Capitanes Generales.

Bacardí, E. (1925): Crónicas de Santiago de Cuba. Reimpresión. Santiago de Cuba.

Bottino, L. C. (1878): Calendario Histórico de Santiago de Cuba. Contiene las principales efemérides de la Isla desde su descubrimiento, chistes, recetas, anuncios, etc. Santiago de Cuba.

Callejas, J. M. (1911): Historia de Santiago de Cuba: compuesta y redactada en vista de los manuscritos originales e inéditos de 1823 y precedida de un prologo por Fernando Ortiz. La Habana.

Castellanos García, G. (1934): Panorama Histórico; ensayo de una cronología cubana desde 1492 hasta 1933. La Habana.

Colegio Dolores (1964): Datos del archivo de barogramas del Colegio Dolores en Santiago de Cuba con relación a Sismos Perceptibles reportados en esa ciudad. Inédito.

Cruz Bustillo, C. (1958): Temblores y Terremotos. Santiago de Cuba.

Chuy, T., Alvarez, L. (1979): Caracterización de la Sismicidad de la Provincia de Holguín. Informe Técnico. Instituto de Geofísica y Astronomía.

Chuy, T. ; González, B. Y Escalona, S. (1980): Información Macrosísmica de las Provincias Villa Clara, Cienfuegos y Santi Spiritus. Investigaciones Sismológicas en Cuba, No. 1. La Habana.

Chuy, T. Y Rodriguez, M. (1980): La actividad Sísmica en Cuba por datos históricos. Investigaciones Sismológicas en Cuba, No.1. La Habana.

Datos del Archivo Nacional. Años 1852 y 1853.

Edo y Llopis, E.(1888): Memoria Histórica de Cienfuegos y su Jurisdicción. Cienfuegos.

Figuroa, J. (1974): Sismicidad en Colima. Macrosismo del 30 de enero de 1973. Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Meéxico, Abril No. 332 México.

Forment, C. (1953): Crónicas de Santiago de Cuba, Continuación de la Obra Emilio Bacardí. Santiago de Cuba.

Gimenez, J. (1852): Bibiana o los terremotos de Cuba. Santiago de Cuba. Cruz, C. (1958)

Gutierrez, M. (1914): Conferencias de sismología, pronunciadas en la academia de ciencias de La Habana. La Habana.

Hernández, H. (1945): Estudio de las Principales Fallas de Cuba y de sus consecuencias más importantes. La Habana.

Iñiguez, H.M. , Acosta, R. y Vizcaino, I.A. (1976): Relación de sismos de República Dominicana (1551 – 1975). Santo Domingo.

Lorie, A (1852): Terremoto de Cuba. Descripción en verso de los dos terremotos sufridos en dicha ciudad en los días 20 y 21 de agosto de 1852, por un testigo ocular. Madrid.

Magazine Las Noticias (1932). El Terremoto de Santiago de Cuba. Santiago de Cuba.

Martínez – Fortún y Foyo, J.A. (1930): Anales y Efemérides de San Juan de los Remedios y su Jurisdicción. Remedios.

Martínez – Fortún y Foyo, J.A. (1948): Meteorología Histórica Cubana. Caibarién.

Martínez – Fortún y Foyo, J.A. (1958): Anales y Efemérides de San Juan de los Remedios. (Continuación). Remedios.

Medvedev, s. V.(1968): Escala Internacional de Intensidad Sísmica. Del Libro: Regionalización Sísmica de la URSS, Nauka. Moscú.

Miyamura, S. (1976): Provisional Magnitudes of Middle American Earthquakes not listed in the Magnitude Catalogue of Gutenberg – Richter. Bull. Intern. Inst. of Seism. And earthquake Engineering. Vol. 14.

Montoulieu, E. (1933): Informe de la Comisión nombrada para el estudio del terremoto de Santiago de Cuba, febrero de 1932. Revista Sociedad Cubana Ingenieros. Vol. 25. No. 1. La Habana.

Montoulieu, E. (Inédito): Notas acerca de terremotos ocurridos en Cuba. 1968.

Morales, L. (1931): Los Terremotos en Cuba. Revista de la Sociedad Cubana de Ingenieros. Vol.XXIII (Sep – Oct. 1931), No. 5

Pastor, A. (1917): Al margen de un trabajo Seismológico del Dr. Jover. Memorias de la Soc. Cubana de Historia Natural “Felipe Poey”. Vol. II, pp. 167 – 174.

Periódico “Diario de la Marina” : 1880, 1906, 1914, 1944, 1945, 1947. La Habana.

Periódico “ El Comercio” : 1939, 1943,1949, Cienfuegos.

Periódico “El Correo” : 1849. Trinidad.

Periódico “ El Faro” : 1939. Remedios.

Periódico “El Mundo” :1927. La Habana.

Periodico “El País” , 1947. La Habana.

Periódico “ El Tanameño” :1914, 1920, 1921, 1928, 1943, 1944. Sagua de Tánamo.

Periódico “El Triunfo” : 1880, 1914. La Habana.

Periódico “El Remediano” : 1896. Remedios.

Periódico “Gaceta de La Habana” :1852.

Periódico “La Correspondencia” : 1939, 1943,1949. Cienfuegos.

Periódico “La Discusión” :1880. La Habana.

Periódico “La Lucha” :1907, 1916.. La Habana.

Periódico “La Prensa Libre” :1954. La Habana.

Periódico “La Verdad” :1852 .La Habana.

Periódico “La Voz de Cuba” :1880. La Habana.

Pezuela, J. De la (1866): Diccionario Geográfico, Estadístico, Histórico de la Isla de Cuba. Madrid.

Pichardo, E. (1854): Geografía de la Isla de Cuba. La Habana.

Pichardo, E. (1865): Caminos de la Isla de Cuba. Itinerarios. Tomo I. La Habana.

Poey y Aguirre, A. (1855^a): Tablas cronológicas de los temblores de tierra sentidos en la Isla de Cuba desde 1551 a 1855. Paris.

Poey y Aguirre, A. (1855^b): Suplemento de las tablas cronológicas de los temblores de tierra sentidos en la Isla de Cuba desde 1551 a 1855. Paris.

Poey y Aguirre, A. (1857): Catálogo Cronológico de temblores de tierra sentidos en las Indas Occidentales de 1530 a 1857. Paris.

Rautian, T. G.(1960): Amortiguación de las Ondas Sísmicas y la Energía de los Terremotos. Trabajos TISSS academia de las ciencias de la U.R.S.S.. Tadjikistan, T. VII.

Reales Cédulas (Inéditas): Fondos Bibliográficos de la Catedral de Santiago de Cuba.

Rodríguez – Ferrer, M. (1876): Naturaleza y civilización de la grandiosa Isla de Cuba o Estudios variados y científicos, al alcance de todos y otros históricos, estadísticos y políticos. Primera Parte: Naturaleza (Tomo I).

Rosseau, P. L., y Díaz de Villegas, P. (1920): Memoria Descriptiva, Histórica y Bibliográfica de Cienfuegos y las Fiestas del Primer Centenario de la Fundación de esta Ciudad. La Habana.

Salterain y Legarra, P. (1884): Anales de la Academia de Ciencias de La Habana. La Habana.

Storch, M (1852): Apuntes para la historia sobre el terremoto que tuvo lugar en Cuba y otros puntos el 20 de agosto de 1852 y temblores subsiguientes. Imprenta de D. Loreto Espinal. Santiago de Cuba,

Trelles, C. (1918): Seismología de Terremotos en Geología Dinámica. En: Biblioteca Científica Cubana, Tomo I. Matanzas.

Trinidad, J. (1890): Breves noticias sobre la fundación de las Iglesias y Capillas del Arzobispado de santiago de Cuba. Santiago de Cuba.

Tomblin, J. J. Y Robson, G. R. (1977): A catalogue of felt earthquakes for Jamaica with references to other islands in the Greater Antilles, 1524 – 1971. Mines Geol. División. Special Publ. 2.

Viñas, B. (Inédito): Datos sobre Sismos Perceptibles en la provincia de Santiago de Cuba. Notas de la Estación del Colegio Dolores. 1949.

Viñas, B. y Salteraín, P. (1880): Excursión a Vuelta Abajo de Viñas y Pedro Saltearin con ocasión de los fuertes temblores de tierra ocurridos en la noche del 22 al 23 de enero de 1880. La Habana.