MINISTERIO DE SALUD PUBLICA

Y ASISTENCIA SOCIAL

REPUBLICA DE EL SALVADOR

INFORME NACIONAL

CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE LA MITIGACION DE LOS EFECTOS DE LOS DESASTRES EN LOS CENTROS HOSPITALARIOS

(México, D.F. 26 - 28 febrero 1996)

SAN SALVADOR, FEBRERO DE 1996

CONTENIDO

		Pág. Nº
I	Información General	1
II	Instalaciones de salud/hospitales	6
III	Estado actual de los hospitales en referencia a la mitigación de desastres	11

ANEXOS

1 Mapa isosísmico de intensidades (MM) del terremoto 10 octubre de 1986.

2 Intensidades MM en el área de San Salvador.

3 Ubicación de las instituciones hospitalarias de acuerdo a la regionalización sísmica.

4 Areas de Inundación

5 Programa: Sismología para Ingenieros
Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas"
(UCA)

INFORME NACIONAL

Conferencia Internacional sobre la mitigación de los efectos de los Desastres en Centros Hospitalarios

Institución: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
Dirección de Medicina Preventiva.
Unidad Técnica de Desastres.

Instituciones que colaboraron con la información:

- Centro de Investigaciones Geotécnicas
- Centro Meteorológico Nacional
- Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas" (UCA)
- Hospital Nacional de Niños "Benjamín Bloom"
- Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos (ASIA).

I. INFORMACION GENERAL

1. Riesgos a terremotos

El Salvador se encuentra en una región con alto índice de actividad sísmica. Las principales fuentes generadoras de sismos en el territorio nacional son:

a. La cadena volcánica que forman parte del cinturón de fuego del Pacífico y atraviesa todo el territorio.

b. Un sistema local de fallas geológicas con una dirección noroeste-sureste.

c. El proceso de subducción entre las placas tectónicas de Cocos y del Caribe, cuyo movimiento relativo origina sismos cercanos a las costas salvadoreñas.

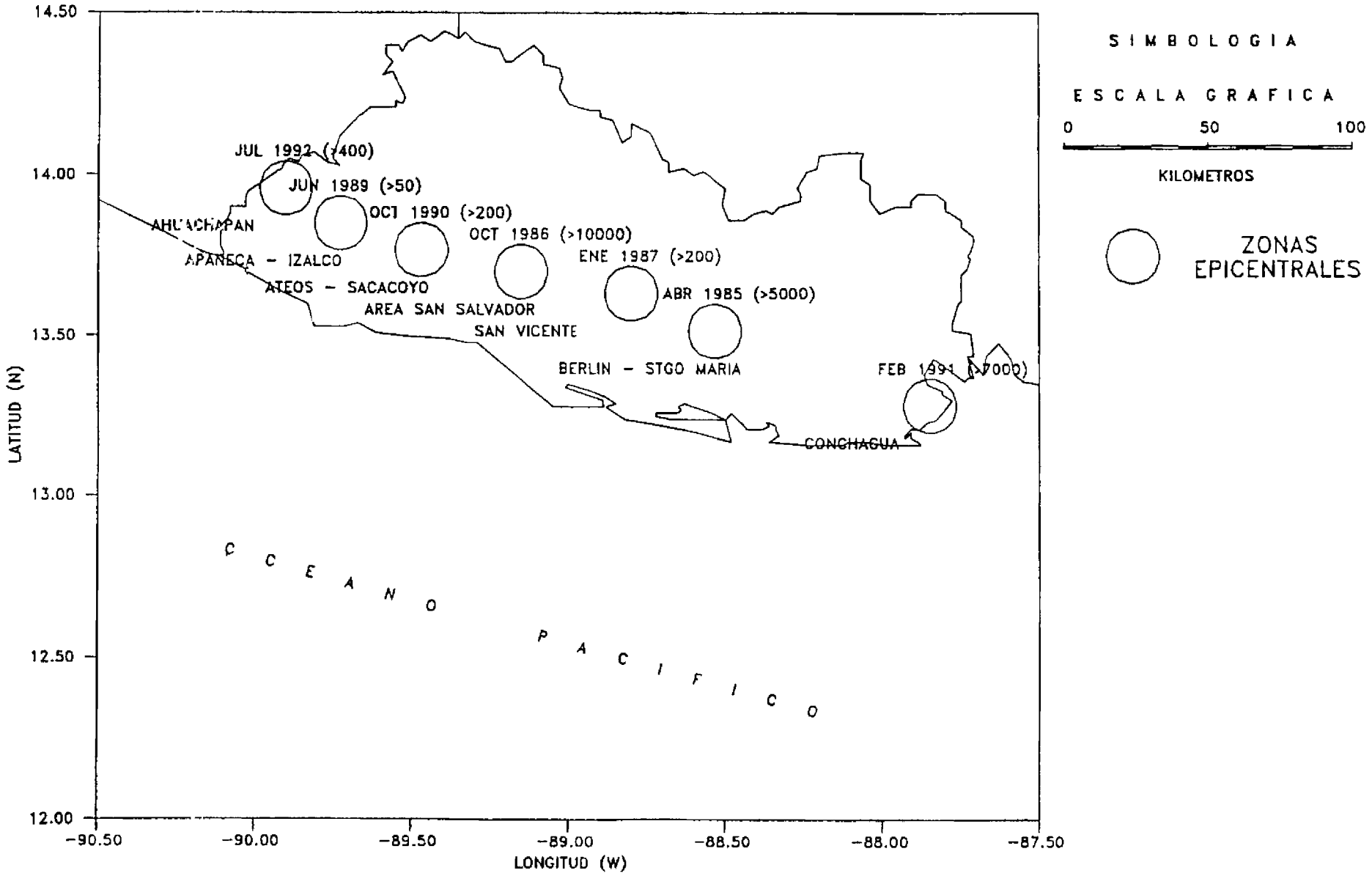
En algunas ocasiones la actividad sísmica se concentra en espacio y tiempo en una región determinada, formando lo que se denomina un enjambre sísmico (Tabla 1).

TABLA 1
ZONAS DE MAYOR ACTIVIDAD SISMICA DESDE 1985 HASTA 1992

ZONA	PERIODO	NUMERO DE SISMOS
Berlín - Santiago de María	Abril 1985	> 5,000
San Salvador	Octubre 1986	> 10,000
San Vicente	Enero 1987	> 200
Apaneca - Izalco	Junio 1989	> 50
Ateos - Sacacoyo	Octubre 1990	> 200
Conchagua	Febrero 1991	> 7,000
Ahuachapán	Julio 1992	> 400

Fuente: Centro de Investigaciones Geotécnicas

ZONAS DE MAYOR ACTIVIDAD SISMICA EN EL SALVADOR



2. Desastres que han afectado al Sector Salud y/o sus instalaciones físicas (1985-1995).

► Terremoto 10 de octubre de 1986 (Anexo 1 y 2)

El terremoto que golpeó San Salvador el 10 de octubre de 1986 tuvo una magnitud de 5.4, causando una destrucción considerable:

- 1,500 muertos
- 10,000 heridos
- 300,000 damnificados
  (20% de la población metropolitana)

- Se evacuaron 6 hospitales (públicos y privados)
  (capacidad de 2,000 camas).

- Destrucción Hospital Nacional de Niños "Benjamín Bloom"
  (capacidad de 400 camas)

- Sufrieron daños las unidades de salud (San Jacinto, Barrio Lourdes, Barrios, Santo Tomás, Monserrat, San Marcos).

- 2 mil millones de dólares en daños.

Este ha sido el último terremoto destructor que ha afectado la ciudad de San Salvador, con una población de 1.5 millones. Los mayores daños se localizaron en unos 35 km² del área metropolitana.

3. Impacto Social y Económico de los ultimos desastres sobre las instalaciones de salud.

El terremoto de 1986 fué uno de los mayores eventos sísmicos reportados hasta la fecha. El sismo afectó en forma directa e indirecta a toda la población del área metropolitana de San Salvador.

Las instalaciones de Salud dañadas fueron rehabilitadas a corto plazo (3 años) en lo que se refiere a las unidades de salud, recibiendo el apoyo financiero de organismos internacionales (OPS/OMS, AID, Cooperación Italiana, Gobierno de Holanda).

En el caso de los hospitales dañados fueron reparados al mismo tiempo de su funcionamiento. Para el Hospital de Niños Benjamín Bloom el tiempo de reconstrucción fué de 7 años (1986-1993), financiado por el Gobierno de Alemania, fondos que ascendieron a 300 millones de colones.

- Consideraciones tomadas en cuenta para evitar futuros daños. Las consideraciones se tomaron con la reconstrucción del Hospital Benjamín Bloom y fueron:

  - Aspecto estructural:
    Estudio de suelo, reforzamiento de la torre con un sistema dual (paredes de carga y marcos estructurales), disminución de peso.

- Aspecto no estructural:
  Señalización, salidas y escaleras de emergencia, aseguramiento del equipo, etc.

II. INSTALACIONES DE SALUD/HOSPITALES

4. Descripción de los códigos o normas que se utilizan para la construcción de instalaciones hospitalarias.

   En El Salvador no existe un código estrictamente para hospitales, ya que este tipo de instalaciones están contempladas en el código antisísmico del país.

   Después del terremoto del 10 de octubre de 1986 un comité técnico designado por la Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos (ASIA) elaboraron un reglamento de emergencia de diseño sísmico de la República de El Salvador. Este reglamento es una versión mejorada y extendida del código de 1966 pero tuvo el propósito de tener un caracter transitorio por un período no mayor de un año, durante el cual se elaboraría un reglamento definitivo. Hasta el momento está en proceso de aprobación.

- Códigos mandatorios

  En El Salvador los códigos que rigen los diseños y construcciones son:

  - CODIGO ACI - 318/89
  - CODIGO UBC
  - CODIGO AISC
  - ASTM
  - Reglamento de diseño sísmico de El Salvador.

- Toman en cuenta la amenaza de las difentes regiones del país. (Anexo 3)

  Todo código de diseño sísmico ha de proporcionar la información sobre la peligrosidad de todos los posibles emplazamientos en la región que el código cubre, esto se tiene através de mapas de zonificación sísmica.

- Reglas específicas para hospitales.

  Estas reglas están contempladas dentro del reglamento de diseño sísmico de El Salvador haciendo una clasificación de los edificios e instalaciones cuya función es vital y que debe permanecer en pié después de un terremoto.

La clasificación que hace el reglamento es la siguiente:
Tomando en cuenta su destino y uso, las edificaciones se clasifican en grupos:

GRUPO I
GRUPO II
GRUPO III
GRUPO IV

Para el caso de las instalaciones hospitalarias están ubicadas dentro del Grupo I, el cual dice textualmente el reglamento:

GRUPO I

Este grupo comprende aquellas edificaciones que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas. Este grupo debe incluir hospitales, centros de salud, estaciones de bomberos, centrales telefónicas y telecomunicaciones, subinstalaciones militares y cualquier otra edificación de servicio público que se requiere para superar la emergencia.

De acuerdo a este parámetro y la zonificación se determina el coeficiente de diseño sísmico o el coeficiente de la fuerza cortante horizontal "V" en la base del edificio bajo la siguiente formula:

$$V_s = I\ E\ Z\ D\ W$$

- I — factor de importancia
- E — factor de estructuración
- Z — factor de zonificación
- D — factor de reducción sísmica
- W — peso total de la estructura

- Instituciones responsables de la planificación física y el diseño, aprobación financiera, supervisión de la construcción y mantenimiento.

  La institución responsable es el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

El Departamento de Planificación del Ministerio de Salud es el responsable de la planificación física, diseño, construcción, supervisión y aprobación financiera por medio de la Unidad de Ingeniería de Salud, el mantenimiento lo ejecuta el Departamento de Mantenimiento Central del Ministerio.

5. Descripción de la clasificación de hospitales u otras instalaciones de salud según la probalidad de desastres y su prioridad desde el punto de vista de seguridad física y funcional ante un terremoto o huracán. Indicar otros criterios usados para esta clasificación.

En la actualidad no se tienen clasificados las edificaciones de acuerdo a la probabilidad de desastre ya que generalmente la mayoría han sido construidos con reglamentos anteriores por lo cual se cree que al actualizarlos con los reglamentos vigentes no estarían cumpliendo con los requisitos del código actual, por lo que se hace necesario evaluar su vulnerabilidad a excepción del Hospital Benjamín Bloom, Hospital Nacional de Zacamil, Hospital de Especialidades del Hospital Rosales y unidades de salud que han sido construidos en los ultimos diez años.

III. ESTADO ACTUAL DE LOS HOSPITALES EN REFERENCIA A LA MIGITACION DE DESASTRES

6. Estudios de vulnerabilidad estructural y/o no estructural.

Institución: Hospital Nacional de Niños "Benjamín Bloom"
Capacidad: 250 camas

Impulsó los estudios: Gobierno de Alemania

Realizado por: HOSPITALIA INC.

Financiado por: Gobierno de Alemania

Duración del estudio: 1- 2 años

Análisis sobre facilidades y dificultades encontradas por estos estudios: Ninguna

7. Metodología usada en el país para evaluar la vulnerabilidad estructural o no estructural ante los desastres naturales en los hospitales.

Actualmente solo se han realizado evaluaciones superficiales al aspecto de la vulnerabilidad estructural y dado algunas recomendaciones sobre lo no estructural.

8. Organización inter-institucional que trabaja en los estudios de vulnerabilidad.

   Existe la Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos que ha diseñado un reglamento de diseño sísmico para construcción de edificaciones. Actualmente pendiente de su aprobación.

9. No existen programas de reforzamiento ante fenómenos naturales en hospitales, ni políticas en el sector salud del país para valorar los riesgos ante fenómenos naturales en la construcción y mantenimiento de las instituciones de salud.

10. Parámetros que se usan para determinar la seguridad física del sistema hospitalario.

    - Estudio de suelos.
    - Tipo de diseño estructural.
    - Control de laboratorio de concreto durante el proceso de construcción.
    - Supervisión y Monitoreo.

11. Programas de enseñanza existentes en las facultades de Ingeniería sobre sismo-resistencia.

    Actualmente en El Salvador, solamente la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas" (UCA) através del Departamento de Ingeniería Civil ha promovido la inclusión de temas relacionados con sismología en los siguientes programas:

- Estructuras metálicas (VII ciclo)
- Concreto armado II (VII ciclo)
- Análisis dinámico de estructura (IX ciclo)

Y contemplan como una materia obligatoria en el (IX ciclo) "Sismología para Ingenieros" (Anexo 5).

A N E X O S

Anexo 1 : Mapa isosísmico de intensidades (MM) del terremoto 10 octubre 1986

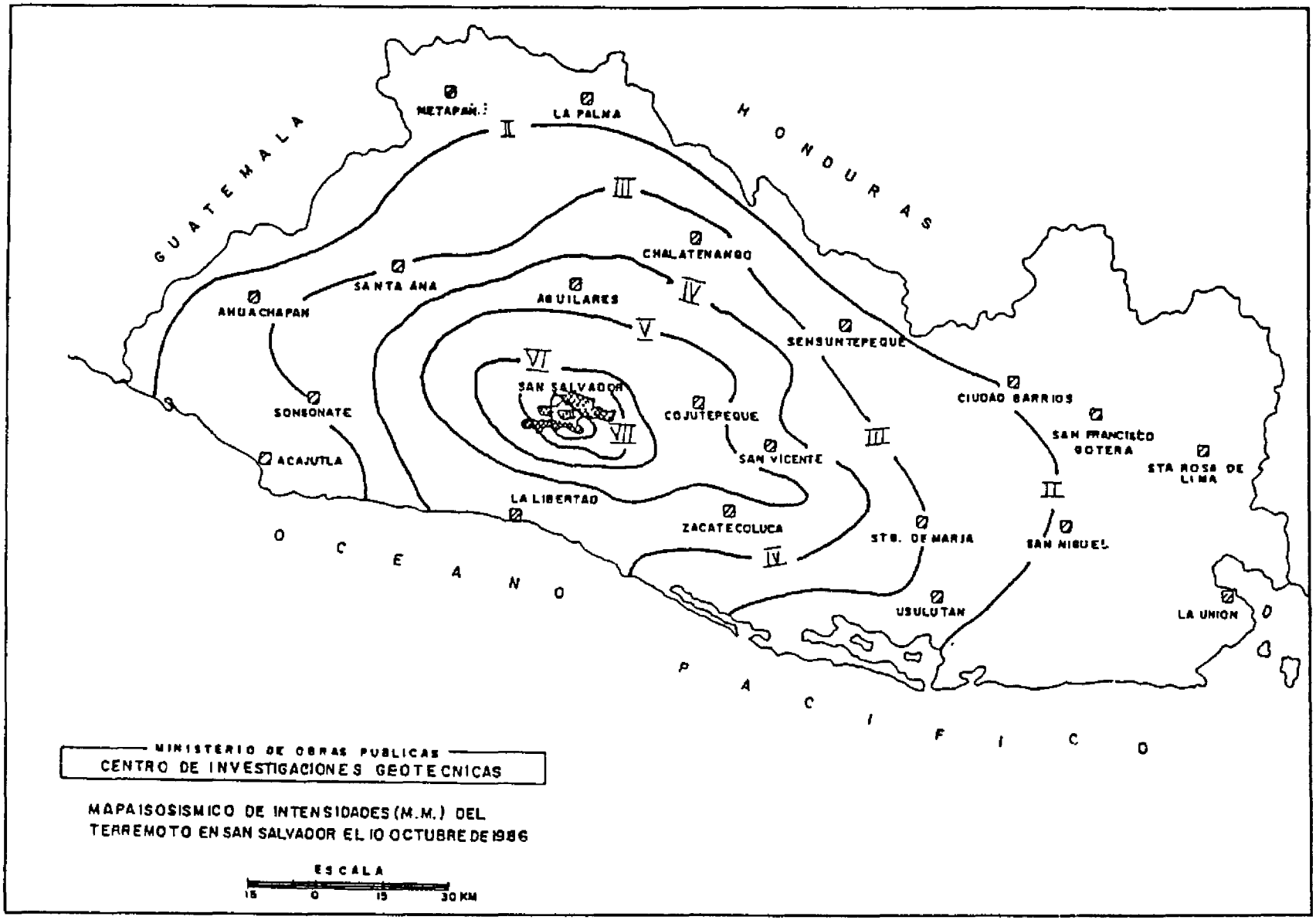
Anexo 2 : Intensidades MM en el área de San Salvador.

Anexo 3 : Ubicación de las instituciones hospitalarias de acuerdo a la regionalización sísmica.

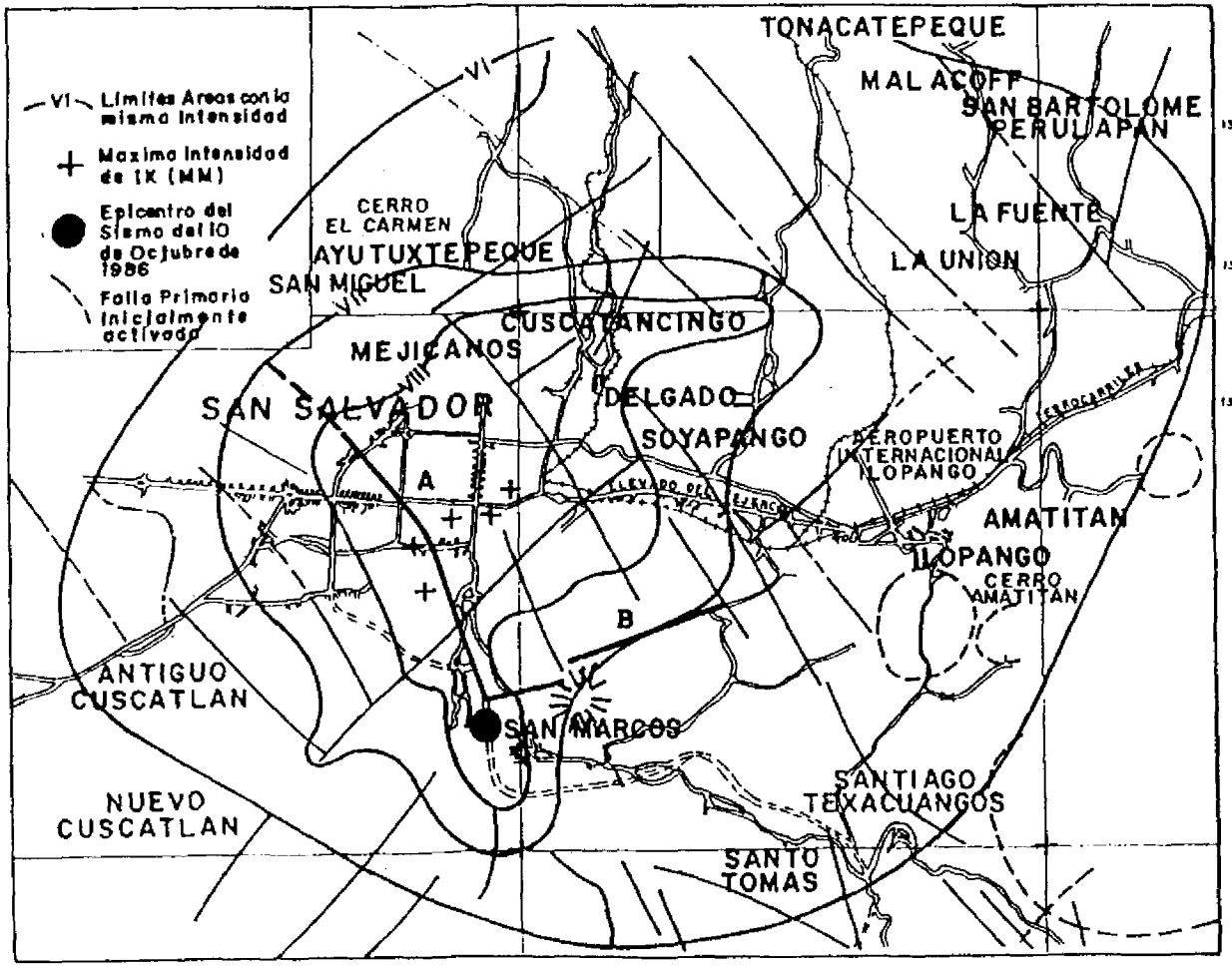
Anexo 4 : Areas de Inundación

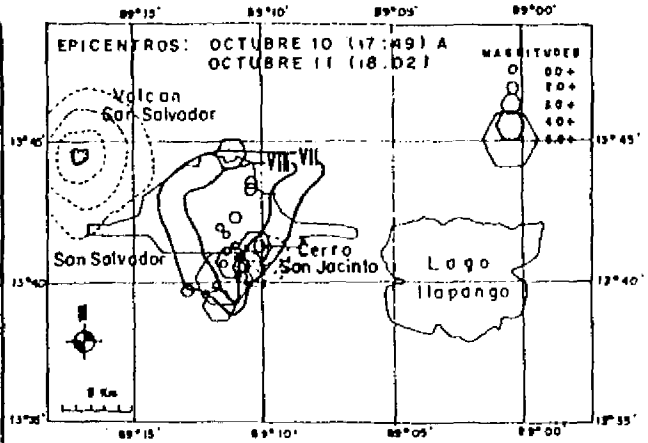
Anexo 5 : Programa: Sismología para Ingenieros Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas" (UCA).

ANEXO 1


GUATEMALA
HONDURAS
METAPAN
LA PALMA
CHALATENANGO
SANTA ANA
AGUILARES
AHUACHAPAN
SENSUNTEPEQUE
SAN SALVADOR
SONSONATE
COJUTEPEQUE
CIUDAD BARRIOS
SAN FRANCISCO GOTERA
STA ROSA DE LIMA
ACAJUTLA
SAN VICENTE
LA LIBERTAD
ZACATECOLUCA
STO. DE MARIA
SAN MIGUEL
USULUTAN
LA UNION
OCEANO PACIFICO
I
II
III
IV
V
VI
VII
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
CENTRO DE INVESTIGACIONES GEOTECNICAS
MAPA ISOSISMICO DE INTENSIDADES (M.M.) DEL TERREMOTO EN SAN SALVADOR EL 10 OCTUBRE DE 1986
ESCALA
15 0 15 30 KM

ANEXO 2





FUENTE: WHITE et al., 1987

1986 - OCTUBRE - 10

Ms = 5,4

h = 8 Km

INTENSIDADES MM EN EL AREA DE SAN SALVADOR

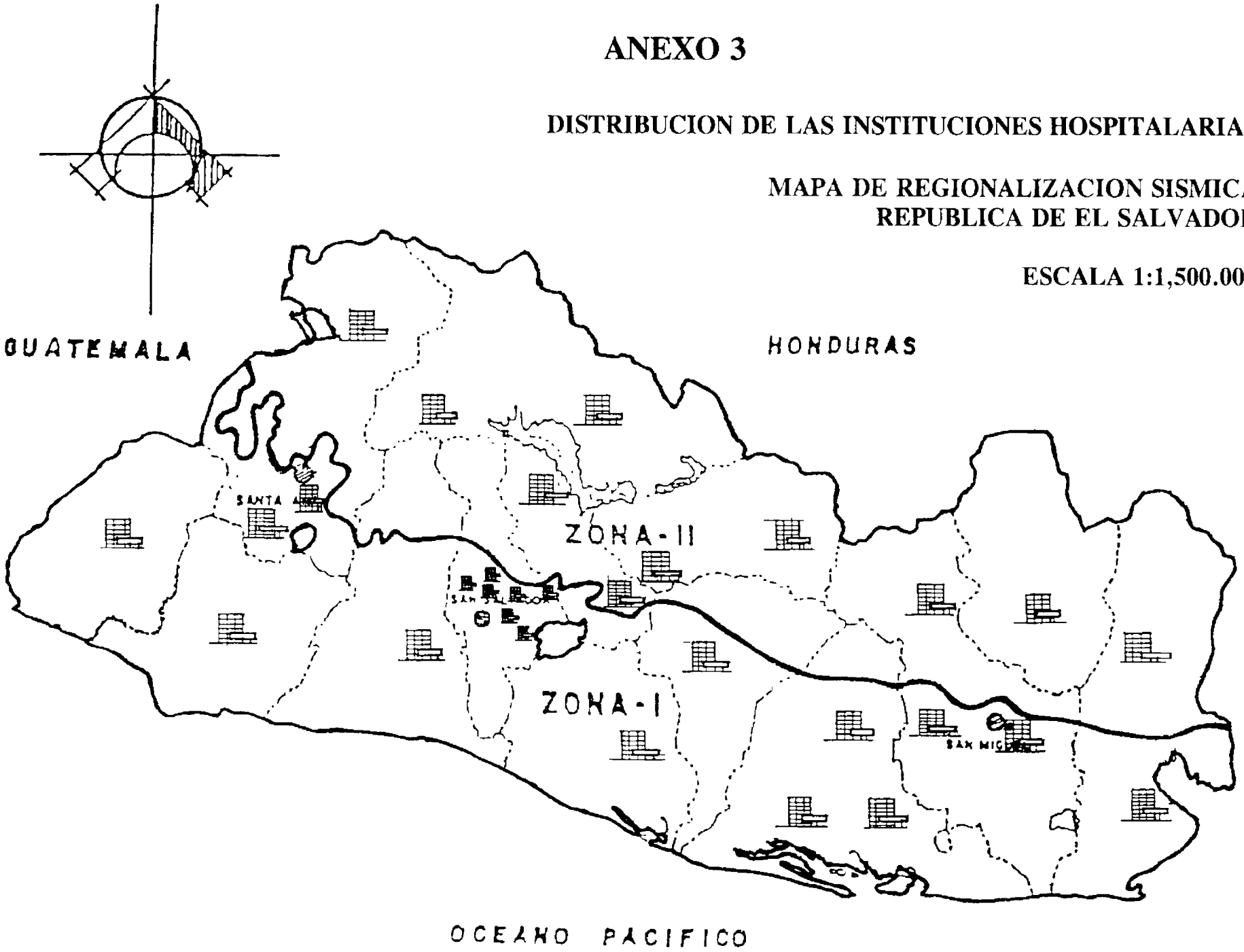
FUENTE: HARLOW et al, (1987)

ANEXO 3

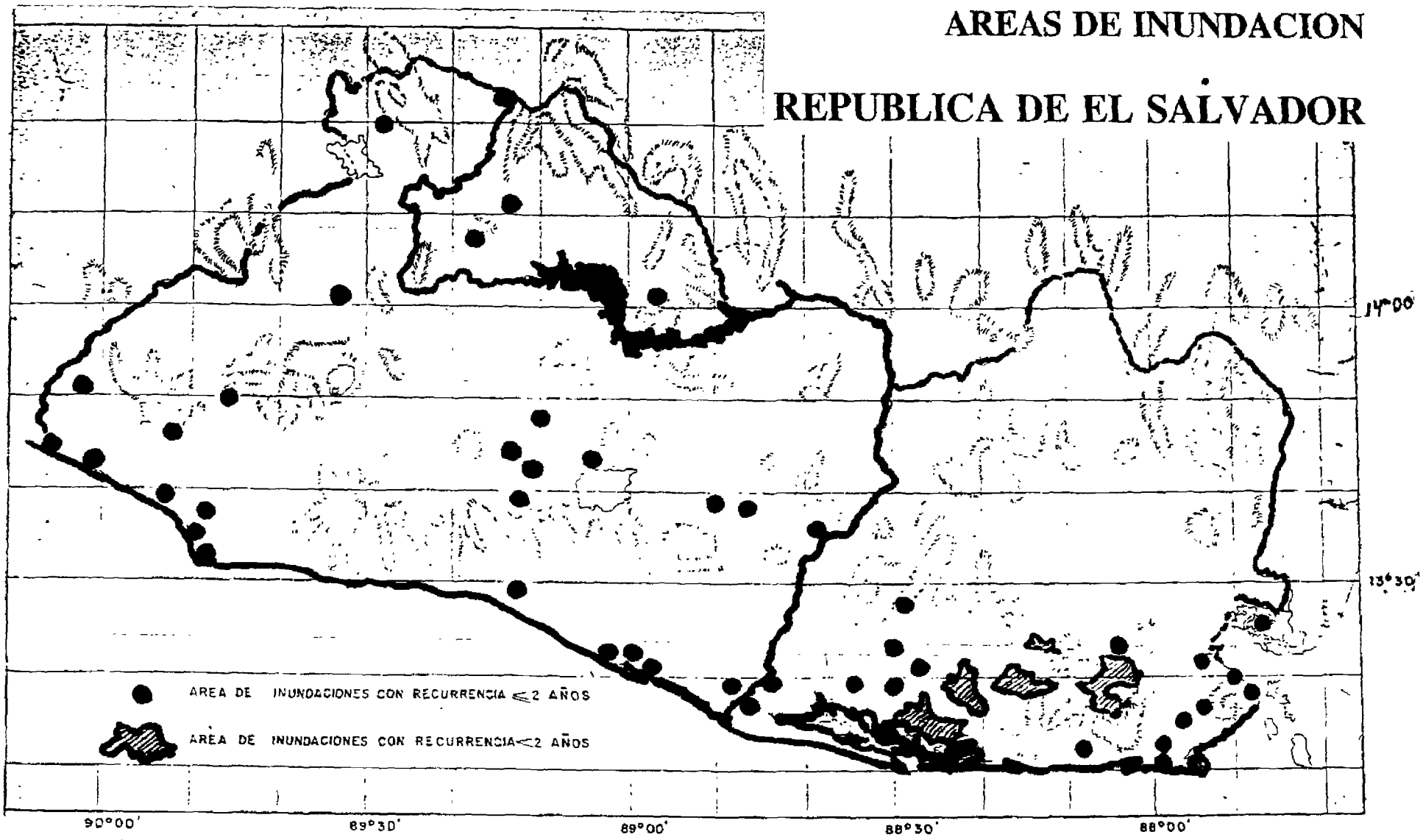
DISTRIBUCION DE LAS INSTITUCIONES HOSPITALARIAS

MAPA DE REGIONALIZACION SISMICA
REPUBLICA DE EL SALVADOR

ESCALA 1:1,500.000



ANEXO 4


AREAS DE INUNDACION
REPUBLICA DE EL SALVADOR
14°00'
13°30'
AREA DE INUNDACIONES CON RECURRENCIA ≤2 AÑOS
AREA DE INUNDACIONES CON RECURRENCIA<2 AÑOS
90°00'
89°30'
89°00'
88°30'
88°00'

ANEXO 5

UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA
"JOSE SIMEON CAÑAS"

PROGRAMA

SISMOLOGIA PARA INGENIEROS

POR

DR. JULIAN BOMMER

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

DOCENTES: ING. DOUGLAS ANTONIO HERNANDEZ
ING. JOSE MAURICIO CEPEDA
ING. WALTER MAURICIO SALAZAR

San Salvador, 1993

OBJETIVOS

Dar a conocer al estudiante los fundamentos de la sismología, incluyendo las causas, los efectos y las observaciones de los terremotos. En particular, se hace énfasis en la colección de datos sismológicos y su interpretación para el uso del ingeniero, con el fin de lograr que el estudiante adquiera el conocimiento y el vocabulario necesarios para comunicarse con el sismólogo y obtener de él la información que se requiere para el diseño sismo-resistente.

RESUMEN

El curso inicia considerando las pérdidas humanas, sociales y económicas que producen los terremotos, el reto que esto plantea al ingeniero y la importancia de tener una comprensión de los conceptos básicos de la sismología.

Se presenta la teoría de la tectónica de placas y las otras causas de los terremotos, los mecanismos de las fuentes sísmicas, y el concepto de intensidad. Se explica la observación instrumental de las ondas sísmicas y la utilización de los simogramas para la determinación de la ubicación del terremoto, su mecanismo y magnitud, y también el concepto de Intensidad. Esta parte del curso se concluye con la valoración de la sismicidad y la derivación de relaciones magnitud-frecuencia de ocurrencia.

En la siguiente parte del curso se estudian las formas de registro de los movimientos fuertes producidos por los terremotos y los parámetros de caracterización de los mismos. Se discute la influencia de la fuente sísmica y otros factores sobre estos parámetros y su expresión en relaciones de atenuación.

Después se unen los conceptos de las relaciones magnitud-frecuencia de ocurrencia y las leyes de atenuación en la valoración cuantitativa de la peligrosidad sísmica. Se discuten también otros aspectos de peligrosidad sísmica, como son los maremotos y la licuefacción.

En la última parte del curso se presentan diferentes formas de representar las solicitaciones sísmicas, con énfasis particular en los espectros de respuesta. El curso termina con una breve discusión de la especificación de las cargas sísmicas en los códigos de diseño sismo-resistente.

PROGRAMA

1. INTRODUCCION

   1.1 Destrucción ocasionada por los terremotos
   1.2 Diseño para las solicitaciones sísmicas
   1.3 Definición de riesgo sísmico

2. LAS CAUSAS DE LOS TERREMOTOS

   2.1 El mecanismo de los sismos
      2.1.1 La teoría de rebote elástico
      2.1.2 Ruptura de fallas
      2.1.3 Clasificación de fallas

2.2 La tectónica de placas

2.2.1 La estructura interna de la Tierra

2.2.2 La teoría de la tectónica de placas

2.2.3 Terremotos tectónicos y volcánicos

2.3 Inducción de sismos

2.3.1 Embalses

2.3.2 Extracción e inyecciones de fluidos

3. GENERACION Y PROPAGACION DE ONDAS SISMICAS

3.1 Generación de ondas sísmicas

3.1.1 Liberación de energía en un sismo

3.1.2 Tipos de ondas sísmicas

3.1.3 Modelo del doble par de fuerzas

3.2 Propagación de ondas sísmicas

3.2.1 Teoría de rayos

3.2.2 Fases sísmicas de la corteza

3.2.3 Fases del interior de la Tierra

3.2.4 Ondas superficiales

4. OBSERVACION DE TERREMOTOS

4.1 Intensidad

- 4.1.1 Definición de Intensidad
- 4.1.2 Evaluación de Intensidad

4.2 Registros sismográficos

- 4.2.1 Sismógrafos
- 4.2.2 Redes sismográficas
- 4.2.3 Interpretación de sismogramas
- 4.2.4 Curvas dromocrónicas

4.3 Utilización de sismogramas

- 4.3.1 Ubicación de hipocentros
- 4.3.2 Determinación del mecanismo focal

4.4 Cuantificación de terremotos

- 4.4.1 Magnitud local
- 4.4.2 Magnitud telesísmicas
- 4.4.3 Momento sísmico

5. EVALUACION DE SISMICIDAD

5.1 Caracterización de fuentes sismogénicas

- 5.1.1 Datos sismológicos
- 5.1.2 Datos históricos
- 5.1.3 Datos geológicos

5.2 Representación de sismicidad

5.2.1 Mapas epicentrales

5.2.2 Mapas del flujo de energía

5.2.3 Relaciones de recurrencia

5.2.4 Determinación de la magnitud máxima

6. MOVIMIENTOS FUERTES DEL TERRENO

6.1 Acelerogramas

6.1.1 Operación del acelerógrafo

6.1.2 Redes acelerográficas

6.1.3 Características de acelerogramas

6.1.4 Corrección de acelerogramas

6.2 Movimiento fuerte del terremoto

6.2.1 Parámetros del movimiento fuerte

6.2.2 Factores que influyen en los movimientos

6.3 Predicción de movimientos fuertes

6.3.1 Relación entre movimiento fuerte e Intensidad

6.3 2 Ecuaciones de atenuación

7. EVALUACION DE PELIGROSIDAD

7.1 Peligrosidad en términos de movimientos fuertes

- 7.1.1 Métodos determísticos y probabilísticos
- 7.1.2 El método de Cornell
- 7.1.3 Presentación de peligrosidad

7.2 Otros elementos de peligrosidad

- 7.2.1 Movimiento de fallas
- 7.2.2 Tsunamis
- 7.2.3 Derrumbes de taludes
- 7.2.4 Licuefacción

8. ESPECTROS DE RESPUESTA

8.1 Determinación de espectros

- 8.1.1 Respuesta dinámica de un sistema elástica
- 8.1.2 Definición de espectros de respuesta
- 8.1.3 Determinación de espectros
- 8.1.4 Seudo-espectros

8.2 Espectros para el diseño

- 8.2.1 Métodos de Newmark
- 8.2.2 Ecuaciones de atenuaciones

8.3 Espectros elasto-plásticos

8.3.1 Respuesta dinámica de un sistema elasto-plástico

8.3.2 Coeficiente de ductilidad

8.3.3 Espectros elasto-plásticos para el diseño

9. CODIGOS DE DISEÑO SISMO-RESISTENTE

9.1 Esquema de los códigos

9.1.1 Objetivo de los códigos

9.1.2 Métodos de los códigos

9.2 Zonificación

9.2.1 Mapas de peligrosidad

9.2.2 Zonificación sísmica

9.3 Especificación de cargas sísmicas

9.3.1 Coeficiente de cortante basal

9.3.2 Espectros de respuesta

9.3.3 Cargas dinámicas

BIBLIOGRAFIA

- Bolt, B.A. (1982) Terremotos. Editorial Reverté, Barcelona.

- Bommer, J.J. (1993) Sismología para Ingenieros. Papel Técnico F93001, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, San Salvador.

- Dowrick, D.J. (1984) Diseño de estructuras resistentes a sismos para ingenieros y arquitectos. Limusa.

- Udías, A. y D. Muñoz coordinadores (1989) Física de la Tierra: movimiento fuertes del suelo y riesgo de terremotos. Universidad Complutense de Madrid, Número 1.