



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO DE LOS TEMBLORES  
DE OMETEPEC DEL 7 DE  
JUNIO DE 1982, Y SUS  
REPLICAS.

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO GEOFISICO  
P R E S E N T A  
EMILIO NAVA ALATORRE  
CD. UNIVERSITARIA, D. F. 1984.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTUDIO DE LOS TEMBLORES DE OMETEPEC DEL  
7 DE JUNIO DE 1982, Y SUS REPLICAS

I

T E S I S  
Que para obtener el titulo de:  
INGENIERO GEOFISICO  
P r e s e n t a:  
E M I L I O N A V A A.

## INDICE

RESUMEN.....	2
INTRODUCCION.....	2
1 ANTECEDENTES.....	3
1.1 Tectonica de la region.....	3
1.2 Historia sismica de la Region.....	3
1.3 Consideraciones sobre Vacancia Sismica.....	4
1.4 Mapa de Isosistas.....	5
2 ESTUDIO DE LAS REPLICAS.....	5
2.1 Instrumentacion de la Region.....	5
2.2 Determinacion de hipocentros y magnitudes de las replicas.....	6
2.3 Area de ruptura.....	8
2.4 Mecanismo Focal.....	8
2.5 Valor de b y Velocidad de entrada de la Placa.....	9
2.6 Caída de esfuerzos y desplazamientos.....	10
3 LOS EVENTOS PRINCIPALES.....	11
4 LA ACTIVIDAD SISMICA ANTERIOR.....	12
4.1 Datos del boletin "Informacion Sismica Preliminar".....	13
4.2 Datos del boletin " P.D.E.".....	13
5 CONCLUSIONES.....	14
AGRADECIMIENTOS.....	15
FIGURAS.....	16
REFERENCIAS.....	32

## RESUMEN

Usando información obtenida con una red local instalada en Ometepepec y dos redes telemétricas, se analiza la sismicidad a partir de la ocurrencia de dos sismos de magnitudes 6.9 y 7.0 Ms. el 7 de Junio de 1982. Estos ocurren en una zona ya estudiada anteriormente y catalogada como vacancia sísmica (Singh et al, 1981).

Los datos de primer arribo en las estaciones de Mexico, concuerdan con el mecanismo focal obtenido por Astiz y Kanamori (1983) usando datos telesísmicos.

Se calcula el área de réplicas siendo esta de aproximadamente 2100 km cuadrados, una caída de esfuerzos de 3.0 bars y una relación de 0.35 entre el desplazamiento debido al sismo entre el desplazamiento acumulado, debido a la subducción de la Placa de Cocos.

El valor de  $b$  para esta área fue 0.80 para un periodo de observación de diez días.

Los eventos principales se relocalizaron empleando la técnica de evento maestro quedando como localizaciones finales: 16.25 latN y 98.24 lonW para el sismo ocurrido a las 01:52 GMT y 16.32 latN y 98.45 lonW para el evento de las 10:59 GMT.

## INTRODUCCION

El 7 de Junio de 1982 a las 6:52 GMT y a las 10:59 GMT ocurrieron dos movimientos sísmicos localizados en el estado de Guerrero próximo a la población de Ometepec. Con el fin de estudiar a fondo los eventos sísmicos, el Instituto de Ingeniería instaló de inmediato una red local de sismógrafos en el área epicentral.

En este trabajo se presentan los cálculos de algunos parámetros focales, los resultados del análisis de los datos de campo y la relocalización de los eventos principales, bajo la técnica de "evento maestro", ya que estos fueron localizados en forma preliminar usando datos de estaciones lejanas y una cobertura azimutal pobre.

# 1 ANTECEDENTES

## 1.1 Tectonica de la region

La zona comprendida entre los paralelos 15 y 17 grados de latitud norte y los meridianos 97.5 a 99.5 grados de longitud oeste, motivo de este estudio se encuentra en la zona continental mas proxima a la trinchera, estructura originada por la subduccion que experimentan las placas Norteamericana y de Cocos (Molnar y Sykes, 1969).

Ya que la placa de Cocos tiene un espesor menor y un peso especifico mayor, es la que tiende a hundirse, al ser empujada bajo las masas graniticas de la placa Norteamericana.

El polo de rotacion y la velocidad angular de la Placa de Cocos respecto a la Norteamericana reportadas por Munster y Jordan (1978) son 29.8 latitud N y 121.3 longitud W, y 1.489 x 10<sup>-6</sup> grados/año, respectivamente. En la region de estudio la placa de Cocos entra con una velocidad promedio de 7 cm/año.

## 1.2 Historia sismica de la Region

En la tabla siguiente, se listan los eventos que fueron registrados entre los paralelos 15 a 17 de latitud N y los meridianos 97 a 98.5 de longitud W, con magnitud Ms mayor o igual a 7.0.

fecha	coords. geograficas		i	Ms	Ml	i
1928-abr-17	17.750	97.100	F		7.7	F
1928-jun-17	16.217	97.183	F		7.5	F
1928-ago-04	16.367	97.800	F		7.3	F
1928-oct-09	16.367	97.800	F		7.4	F
1937-dic-23	17.100	98.070	D	7.5		k
1938-ene-02	16.133	98.317	F		7.2	F
1943-nov-25	16.133	98.317	F		7.2	F
1950-dic-14	16.483	98.217	F		7.5	F
1950-dic-14	17.22	98.12	D	7.3		k
1950-dic-14	16.87	98.54	Q			

F Figueroa (1970)  
k Kelleher et al (1973)  
D Duda (1965)  
Q Quintanar (1984)

El ultimo evento se repite, por haber encontrado una gran diferencia con otras fuentes y por ser el de mayor importancia, como se vera mas adelante.

### 1.3 Consideraciones sobre Vacancia Sismica

Se ha observado una cierta periodicidad para eventos de gran magnitud que puede variar de 32 a 56 anos (Singh et al. 1981) y que en algunos lugares, ha sido asombrosa la exactitud en la periodicidad, tal es el caso del temblor de Petatlan, 1979 donde se calculo una periodicidad de 36 anos ocurriendo grandes sismos en marzo de 1908, febrero de 1943 y febrero de 1979.

En estudios previos, se habia ya determinado un claro o vacancia sismica en el area de Ometepec (Singh et Al, 1981).



### 1.4 Mapa de Isosistas

Es importante mencionar el trabajo realizado por J. Figueroa en la construcción del mapa de isosistas (fig 1) que muestra la intensidad con que fue sentido el primer movimiento sísmico (7 Junio 82 06:52) con base en datos de una encuesta.

## 2 ESTUDIO DE LAS REPLICAS

### 2.1 Instrumentación de la Región

Las estaciones permanentes más próximas a la zona epicentral fueron:

Estacion	Institucion	Distancia Aproximada
P10	Inst. de Geof.	50 km
ACA	Resmac	150 km
VHO	Inst. de Geof.	200 km
CC4	Inst. de Ing.	230 km
III	Inst. de Ing.	240 km
IIT	Inst. de Ing.	290 km

la figura 2 muestra su localización.

Después de ocurridos los temblores principales (7 de Junio de 1982 06:52 y 10:59 G.M.T.) se procedió a instrumentar el área epicentral, por parte del Instituto de Ingeniería con cinco sismógrafos portátiles Sprengnether MEQ-800 con registro de papel ahumado y sismómetros Ranger con período natural de 1 Hz. El Instituto de Geofísica además, instaló otras cuatro estaciones en la zona.

Dieciocho horas después de haber ocurrido el primer sismo fueron puestas las primeras estaciones de campo, con una distribución tal que pudieran ser bien localizadas las

replicas, colocando los aparatos en sitios alejados de la carretera y de preferencia en afloramientos de roca firme. Las estaciones que se instalaron fueron las siguientes:

Estacion	Institucion	Coordenadas
233	Inst. de Ing.	16 22.33 N 98 10.00 W
FDA	Inst. de Ing.	31.41 27.95
NEZ	Inst. de Ing.	29.45 6.99
TAM(233)	Inst. de Ing.	19.39 15.49
NPH(PDA)	Inst. de Ing.	22.50 30.87
CAC(NEZ)	Inst. de Ing.	36.09 10.12
LVG	Inst. de Ing.	40.40 28.19
LLJ	Inst. de Ing.	38.85 53.08
ADC	Inst. de Ing.	20.12 97 58.07

Estacion	Institucion	Coordenadas
JAO	Inst. de Geof.	16 17.73 97 49.15
FIO	Inst. de Geof.	23.68 98 07.62
CTO	Inst. de Geof.	30.40 7.60
SNS	Inst. de Geof.	25.60 30.10
OMG	Inst. de Geof.	42.20 25.40
CGG(OMG)	Inst. de Geof.	40.50 27.45

El diagrama de operacion, se muestra en la tabla 1, su localizacion en la figura 3 y una muestra de los sismogramas obtenidos en la figura 4.

### 2.2 Determinacion de hipocentros y magnitudes de las replicas

Para el analisis de las replicas, se consideraron eventos con una duracion de registro de mas de sesenta segundos y que fueran registrados en mas de tres estaciones. Siguiendo tal procedimiento, se realizo la lectura y analisis de los sismogramas agrupando un total de 67 replicas, registradas en mas de cuatro estaciones. Gracias a la cooperacion del Instituto de Geofisica fue posible aumentar el numero de lecturas de cada evento, llegando en algunos casos a diez.

Para la localizacion de las replicas, despues de

haber sido seleccionadas, se procedio a su analisis a traves del programa HYFO 71 (Lee y Lahr, 1971) el cual usa un modelo de velocidad en capas planas y horizontales. En este estudio se ha usado el modelo cortical obtenido para eventos locales en la costa del Pacifico (Valdez, C. et al, 1982) cerca de Petatlan y la formula de magnitud de coda (Lee, et al, 1972)

$$M_c = -0.87 + 2.0 \log T + 0.0035 D$$

en donde:

T= duracion del registro de un evento en segundos

D= distancia epicentral en kilometros

Modelo cortical para eventos locales  
para la region de Petatlan  
en la costa de Guerrero.

Velocidad	Profundidad
5.80	0.0
5.95	6.0
6.15	12.0
6.40	18.0
7.05	24.0
8.00	34.0

La grafica de epicentros correspondientes a las replicas se muestra en la figura 5 y un resumen de las magnitudes y su localizacion epicentral en la tabla 2, donde se puede observar que el error en la localizacion es, en general, aceptable.

La figura 6A y 6B muestran dos secciones de la zona epicentral, una perpendicular y otra paralela a la trinchera. Del analisis espacial y temporal se deduce que no es posible poder asociar ciertas replicas con cada uno de los eventos principales

### 2.3 Area de ruptura

El area de replicas es un parametro importante, ya que al proyectar dicha area en el plano de falla definido por el mecanismo focal se obtiene una estimacion del area de ruptura.

En este estudio se considera el area de replicas como el area de una curva cerrada que contenga a las replicas registradas, siempre y cuando no hubiera una localizacion a mas de 15 km del resto. Dicha area resulto de 2100 km cuadrados. (fig 5)

Si proyectamos esa area en un plano inclinado de 13 grados que coincide con la solucion del mecanismo focal reportado por Astiz y Kanamori (1983) resulta un area de 1000 km cuadrados.

### 2.4 Mecanismo Focal

El mecanismo focal nos muestra en una proyeccion estereografica de igual area, un plano de falla y un plano auxiliar, determinados por arcos que dividen a las polaridades

Los planos deben ser perpendiculares, y con base en la tectonica regional se escoge uno de ellos como plano de falla. En este caso el plano sensiblemente paralelo a la trinchera que forman la Placa Norteamericana y la Placa del Pacifico.

El mecanismo focal y Momento Sismico calculados por Astiz y Kanamori (1983), basandose en la polaridad del primer arribo y restriccion de parametros del plano nodal al que llama "fault constrained solution", es el siguiente:

	00:52	10:59	
Momento Sismico (*10**20)=	2.5	2.7	dina-cm
Plano de Falla			
Rumbo =	277	274	grados
Echado =	13	12	grados
Angulo de Deslizamiento =	69	68	grados
Plano Auxiliar:			
Rumbo =	116	116	grados
Echado =	77	78	grados
Angulo de Deslizamiento =	94	95	grados

ya que el vector de deslizamiento tiene una orientacion positiva se trata de una falla inversa (Aki & Richards, 1980).

La Fig 7 muestra el mecanismo focal calculado por Astiz y Kanamori (1983) al que se le han agregado las estaciones de la red SISMEA, asi como las estaciones ACX, ZIH, CHS y CHO de ambos temblores. Notese que la estacion ACX se encuentra cerca del plano nodal, esto es claro tambien en su registro, en donde la fase P presenta poca amplitud.

### 2.5 Valor de b y Velocidad de entrada de la Placa

La estadistica de los temblores esta dada por la relacion de Gutenberg y Richter:

$$\text{Log } N = a - bM$$

donde:

- M es la magnitud
- N es el numero de eventos de magnitud mas grande o igual a M
- a y b son constantes

Para el presente estudio, se utilizo la magnitud de coda (Lee et al, 1972) dando como resultado un valor de b de 0.80 mostrado en la figura 8, valor que cae en el rango que propone Berg (1968), que da valores de b entre 0.3 y 0.6 para los precursores de un gran temblor entre 0.7 y 1.2 para las replicas del mismo y mostrando un nivel de

deteccion de 2.3

La velocidad de la placa de Cocos con respecto a la de America, en la region de Ometepec, calculando a partir del polo y velocidad angular reportados por Minster y Jordan (1978) es de 7.0 cm/año.

## 2.0 Caída de esfuerzos y desplazamientos

La caída de esfuerzos debida a un sismo puede ser calculada por la relacion:

$$D_s = 8M_0 / [13 * \pi * L * (w^{**2})]$$

dada por Kanamori y Anderson (1975), donde:

$D_s$  Caída de esfuerzos  
 $M_0$  Momento sísmico  
 $\pi$  3.1415926  
 $L$  Largo de la falla  
 $w$  Ancho de la falla

Usando inversion de ondas superficiales, Astiz y Kanamori (1983) obtuvieron un momento de  $2.82 * 10^{26}$  dina-cm para el primer evento y de  $2.75 * 10^{26}$  dina-cm para el segundo, sumando los momentos, tomando el area de replicas como un rectangulo de  $w=60$  km por  $l=36$  km y usando esta relacion, se obtendra una caída de esfuerzos de 3.0 bars.

El desplazamiento promedio en la falla durante un sismo puede calcularse a partir de:

$$U = [C * D_s * w] / \mu = M_0 / \mu * A$$

donde  $M_0$  es el momento sísmico,  $\mu$  es la rigidez, y  $A$  el area de ruptura. Calculando resulta un desplazamiento de  $U=78.1$  cm.

Si se calcula el desplazamiento acumulado por el movimiento de la placa, basados en la velocidad reportada

por Minster y Jordan (1978) y el periodo intersismico, en este caso de 32 años, se obtiene como resultado  $U_t = 224$  cm.

Entonces, la relacion entre el desplazamiento promedio en la falla y el desplazamiento acumulado en el periodo intersismico

$$n = U/U_t = 0.35$$

### 3 LOS EVENTOS PRINCIPALES

La localizacion preliminar obtenida minutos despues de ocurrido el primer movimiento, usando las estaciones sismotelemetricas del Instituto de Ingenieria (SISMEIX), proporciono un epicentro preliminar, para la posible distribucion de una red local que habria de instalarse. Las figuras 9, 10 y 11 muestran el registro en las estaciones de SISMEIX grabadas en forma digital por RESMAC\*\*\*, el de la estacion IIM de periodo intermedio (5 s) y de la estacion III, respectivamente.

Despues de haber concluido el trabajo de campo y proceder al analisis de los datos recolectados, uno de los objetivos fue relocalizar los eventos principales para lo cual se utilizaron las siguientes replicas:

FECHA	ORIGEN	LAT N	LONG W	PROF	MAG
820613	812	59.98	16.175	98.435	16.94 5.26
820613	11 7	52.50	16.510	98.402	24.76 5.24
820613	14 3	10.78	16.495	98.399	23.96 5.08
820614	2242	26.62	16.356	98.306	24.20 5.42
820615	1724	17.04	16.620	98.469	26.65 5.41

siendo las de mayor magnitud y registradas tanto en la red local como en estaciones distantes, lo cual permite utilizar la tecnica llamada "evento maestro". Esta tecnica esta basada en el conocimiento de la localizacion precisa de un evento y el tiempo de viaje observado a estaciones distantes. De esta forma se puede calcular un tiempo residual de viaje a cada estacion de las ondas

sismicas en su trayecto a traves de la corteza, ya que la complejidad de la estructura cortical difiere del mejor modelo de capas planas que pudiera obtenerse. Obtenidos ası estos residuos a cada estacion, e incorporandolos al programa HYPO 71 se esta en posicion para localizar con mayor exactitud sismos en esta region utilizando lecturas de estaciones distantes

siguiendo tal procedimiento, se obtuvieron los promedios de los residuales a cada estacion, (tabla 3), al incorporarlos al programa HYPO 71, se obtuvo una localizacion mas confiable de los eventos principales, dando por resultados:

FECHA	ORIGEN	LAT N	LONG W	PROF	MAG
820607	052	31.41	16.252	98.244	25.00 6.45
820607	1059	33.88	16.324	98.452	8.00 7.01

La ubicacion de las replicas "maestras" usadas, asi como la relocalizacion de los dos eventos principales, se encuentra en la figura 11.

---

* SISMEX	SISTEMA DE INFORMACION SISMOTELMETRICA DE MEXICO
** SSN	SERVICIO SISMOLOGICO NACIONAL
*** RESNAC	RED SISMOLOGICA MEXICANA DE APERTURA CONTINENTAL

#### 4 LA ACTIVIDAD SISMICA ANTERIOR

Sabiendo entonces que en esta zona se han presentado temblores de magnitud mayor o igual a 7.0 y que desde 1950 no ocurria uno, existia una probabilidad alta de que ocurriera, algo importante consistia en el monitoreo de la zona, pues existen patrones de sismicidad precedentes a un gran sismo (Mogi, 1970; Kelleher, 1970; Ohtake y otros, 1977; Mac Cann y otros, 1980) estos pueden ayudar a realizar un pronostico de la ocurrencia de un gran sismo. Estos trabajos han utilizado para sus estudios datos del boletin F.D.E., a continuacion se presenta una comparacion de estos datos contra los obtenidos por SISMEX en el periodo de enero de 1976 fecha en que inicia la red



SISMEX, hasta la ocurrencia de los sismos principales. Tomando como region de estudio la zona entre los paralelos 15.7 y 16.7 lat N y los meridianos 97.5 y 99.5 long W. (fig 2)

#### 4.1 Datos del boletin "Informacion Sismica Preliminar"

El Instituto de Ingenieria publica bimestralmente un boletin sismologico, con los epicentros localizados con los datos de las estaciones de la red SISMEX; con estaciones autonomas en Zihuatanejo, P. H. Caracol en el estado de Guerrero; Puerto Escondido en el estado de Oaxaca; asi como la red sismotelemetrica en la C.H. Chicoasen en el estado de Chiapas.

La figura 13 muestra la sismicidad en el area de Ometepec, durante el periodo enero de 1976 a junio de 1982, con datos reportados por el boletin "Informacion Sismica Preliminar", del Instituto de Ingenieria. Utilizando estos datos, no se nota una quietud significativa precedente a los eventos principales. Sin embargo si se nota una sismicidad de magnitudes bajas, pero puede deberse a una instrumentacion mas completa en la region.

#### 4.2 Datos del boletin " P.D.E."

La figura 14 muestra la sismicidad en el area de Ometepec para el periodo 1963 a 1982 con los datos reportados por la oficina del U. S. Geological Survey (P.D.E.) en donde se ve el decremento de actividad sismica desde el ano 1975 hasta 1980 donde se vuelve a incrementar. Las diferencias entre las dos graficas se debe a dos causas basicamente: a) Los datos del boletin P.D.E. reportan sismos con magnitudes mayores a 3.7 para esta region y b) Debido a que existe un corrimiento hacia el NE de aproximadamente 30 km contra la localizacion del boletin anteriormente mencionado, por tanto varios eventos se localizan fuera de la region de estudio. Tambien puede deberse a la falta de homogeneidad en los datos de Mexico, pero utilizar datos de P.D.E. para un estudio a detalle,

es poco confiable por las diferencias hipocentrales.

Por lo cual, se observa que al tener una mayor cobertura de estaciones se puede efectuar un monitoreo continuo de la sismicidad de mas bajas magnitudes, como para hacer un analisis detallado de la actividad precursora de una region en especial.

## 5 CONCLUSIONES

- La diferencia entre las localizaciones preliminares y las localizadas con la tecnica de evento maestro, varia 28 y 13 kilometros hacia el NE respecto a la primera.
- Los datos de estaciones mexicanas, ajustan con el mecanismo focal calculado por Astiz, asi como con el reportado por U.S.G.S.
- El calculo de caida de esfuerzos se encuentra entre valores obtenidos para otros eventos de la costa Mexicana del Pacifico.
- No se encontro ninguna relacion espacio-temporal entre uno de los temblores principales y algunas replicas asociadas a el.
- Para determinar si existio un periodo de quietud sismica precedente a la ocurrencia de los sismos principales, se debera tomar muy en cuenta el nivel de deteccion de la zona de estudio, restringir el area adecuadamente incluyendo sismos acaecidos en ella y eliminar aquellos mal localizados, asi como un estudio de la sismicidad anterior como base de comparacion.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco el interes y las sugerencias al revisar el presente trabajo al Dr. S.K.Singh y al M. en C. Miguel Rodriguez, asi como al Instituto de Geofisica por las lecturas de sus estaciones. Y las criticas y comentarios de : Ing. Carlos Gutierrez, Ing. Tonatiuh Dominguez e Ing. Javier Lerma.

## FIGURAS

- 1.- Mapa de Isosistas elaborado por el Ing. Jesus Figueroa
- 2.- Localizacion de las estaciones mas cercanas a la zona epicentral.
- 3.- Localizacion de las estaciones de campo instaladas para el estudio de las replicas.
- 4.- Muestra de un sismograma obtenido en la estacion NEZ
- 5.- Replicas localizadas usando la red local de sismografos mostrando el area de replicas considerada.
- 6.- Secciones A) Paralela a la linea de costa y B) Perpendicular a ella mostrando la localizacion hipocentral de las replicas.
- 7.- mecanismo focal reportado por Astiz y Kanamori (1983), al que se le han incluido las estaciones mexicanas.
- 8.- Estadistica de los eventos localizados, relacionando el numero de eventos de magnitud mas grande o igual a M contra la magnitud M.
- 9.- Registro digital de las estaciones sismotelemetricas CRX, ACX, IIM, III, IIC, IIF, y TLX obtenidos en RESMAC del evento ocurrido el 7 de Junio a las 06:52
- 10.- Registro analogico de la estacion IIM de periodo intermedio (5 s) obtenido en SISMEX
- 11.- Registro analogico de la estacion III obtenido en SISMEX
- 12.- Localizacion de las Replicas Maestras

y la relocalizacion de los eventos principales utilizando la tecnica de evento maestro.

13.- Grafica tiempo-magnitud para la zona de Ometepec con datos tomados de Informacion Sismica Preliminar en el area determinada por 15.7, 16.7 lat N y 97.5, 99.5 long W durante el periodo enero 1976 a junio 1982.

14.- Grafica tiempo-magnitud para la zona de Ometepec con datos tomados de P.D.E. para el periodo 1963 a 1982 y region anterior.

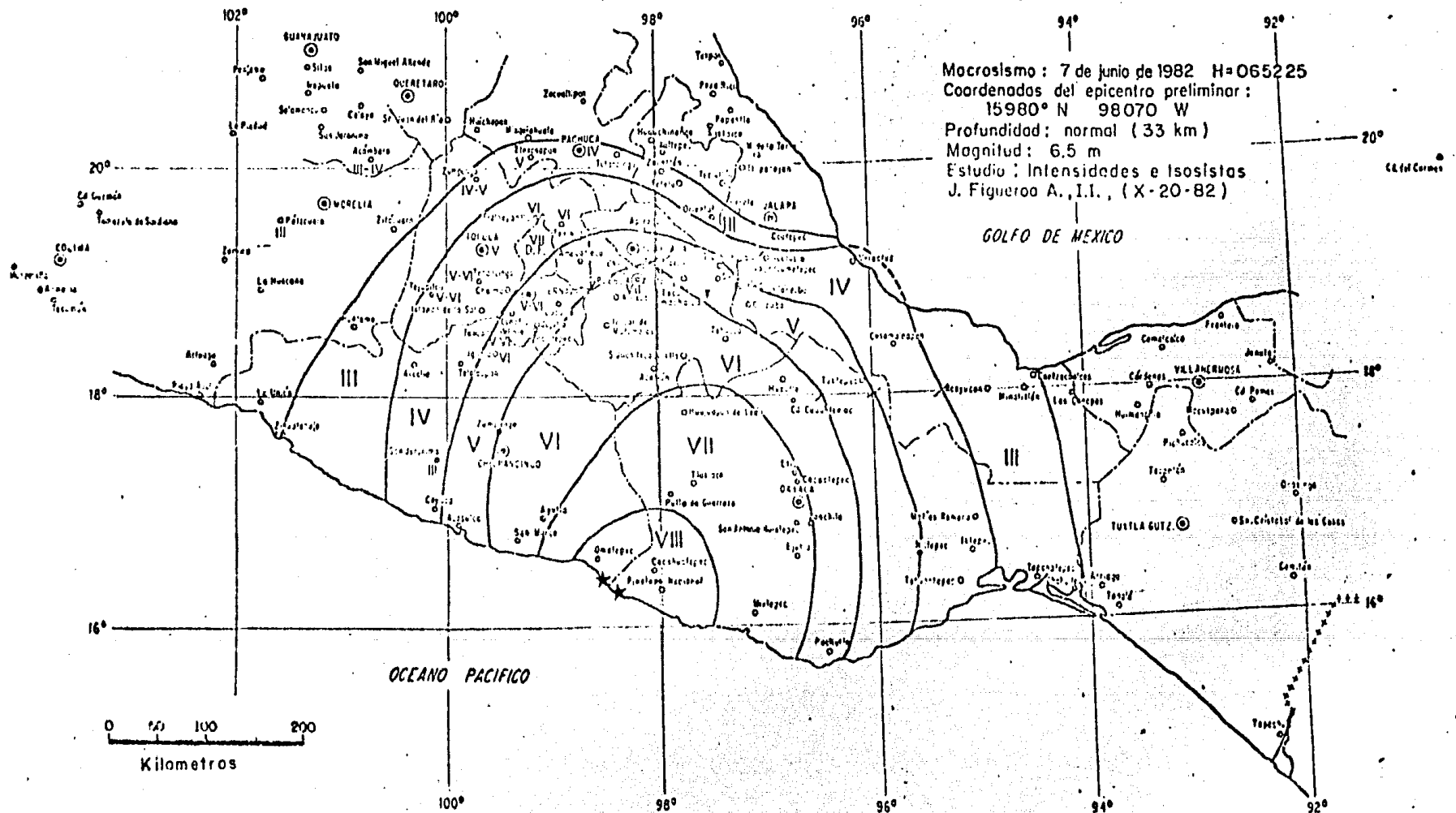


FIG. I

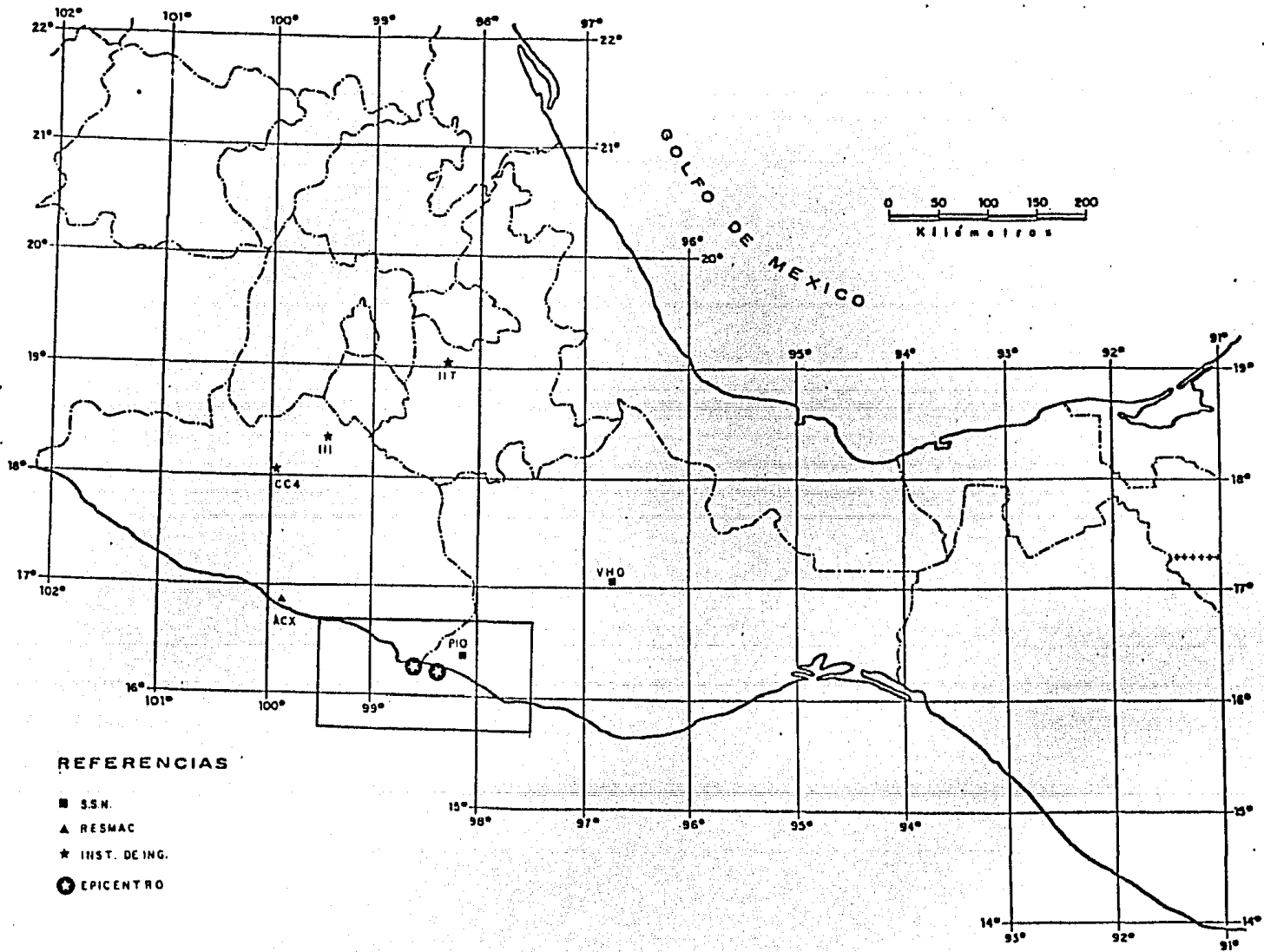


FIG. 2

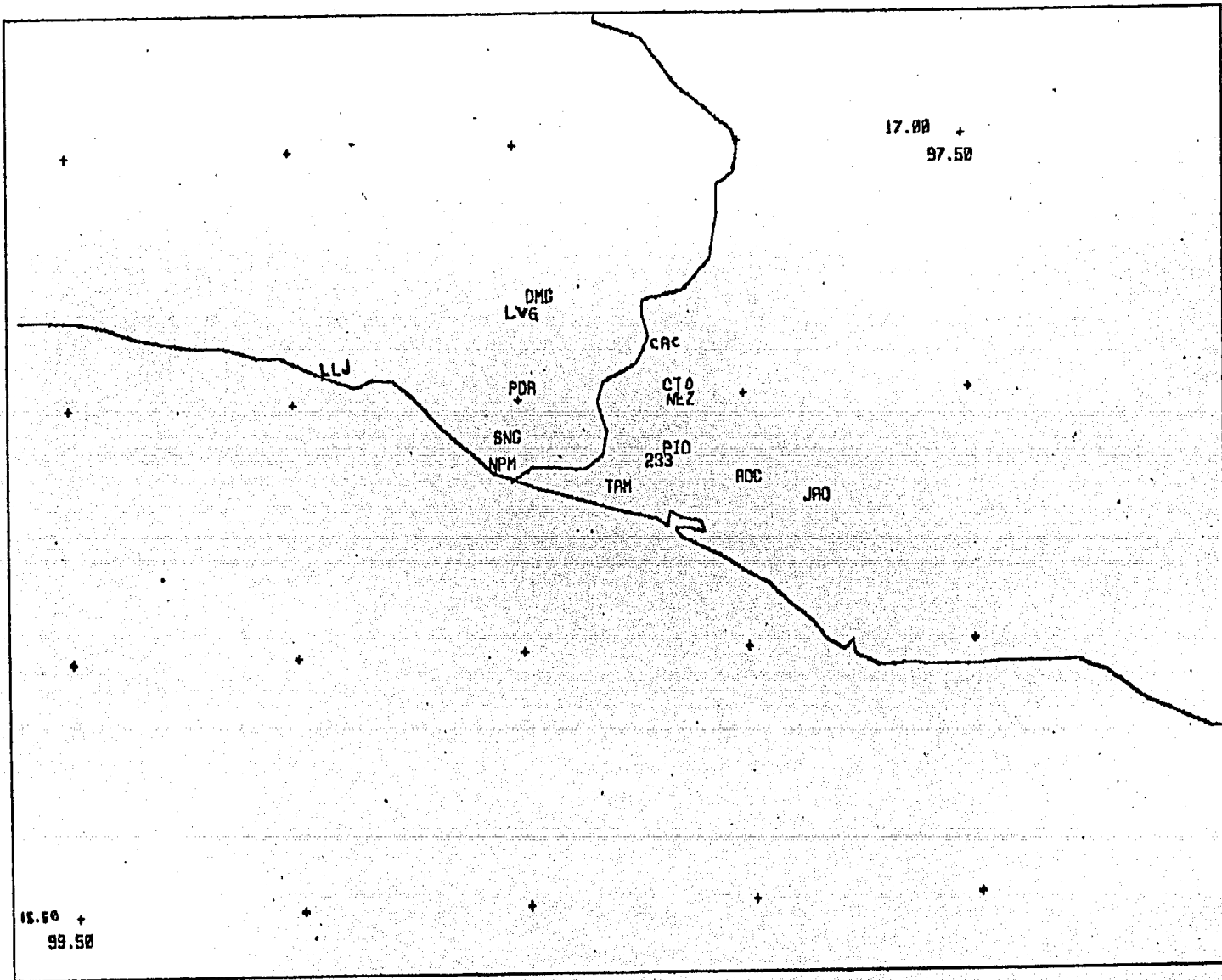


FIG. 3



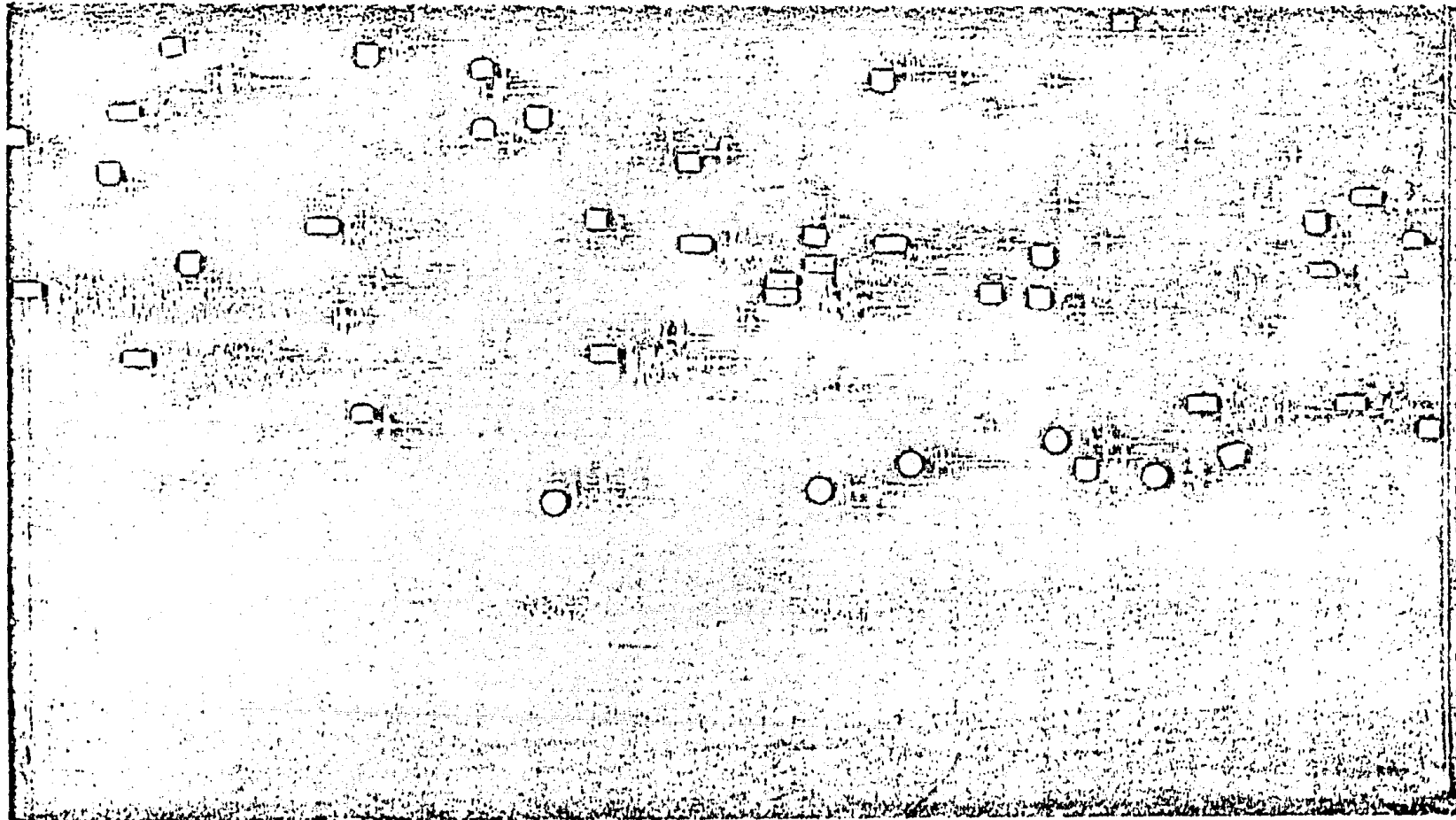
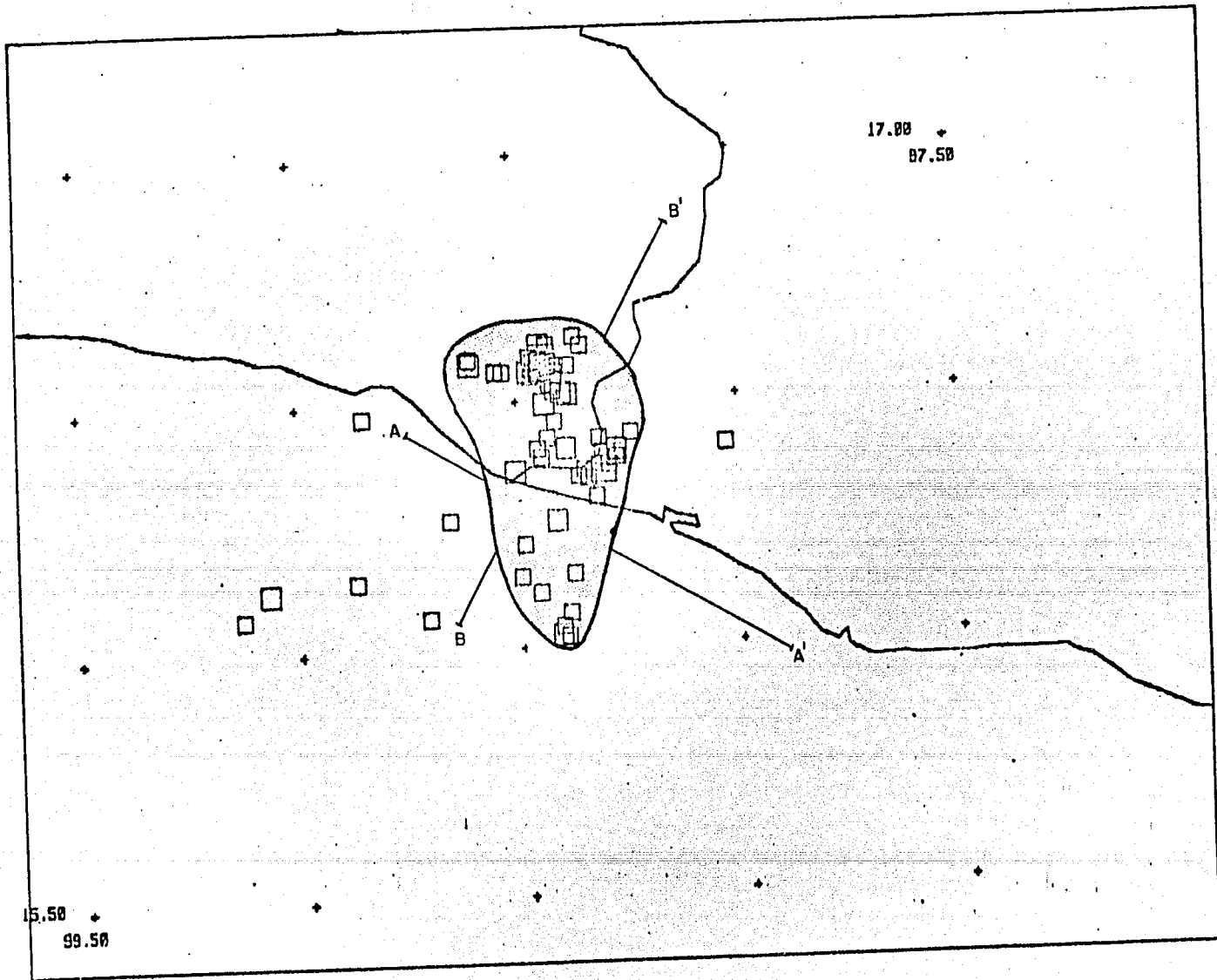


FIG. 4



PROFUNDIDAD HASTA 60 KM

- M < 3
- 3 < M < 4
- 4 < M < 5
- 5 < M

PROFUNDIDAD MAYOR DE 60 KM

- ▽ M < 3
- ▽ 3 < M < 4
- ▽ 4 < M < 5
- ▽ 5 < M

FIG. 5

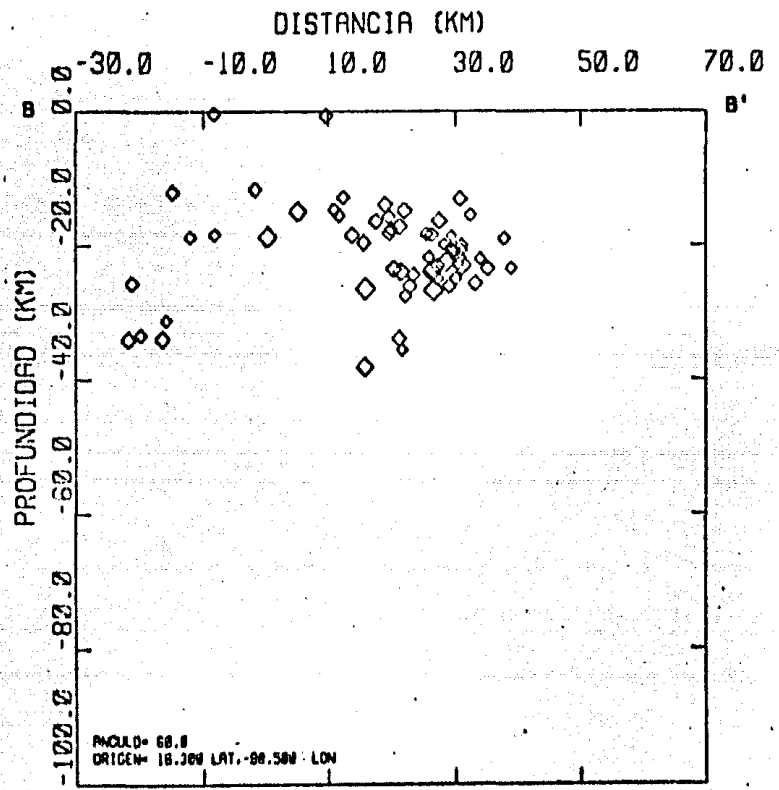
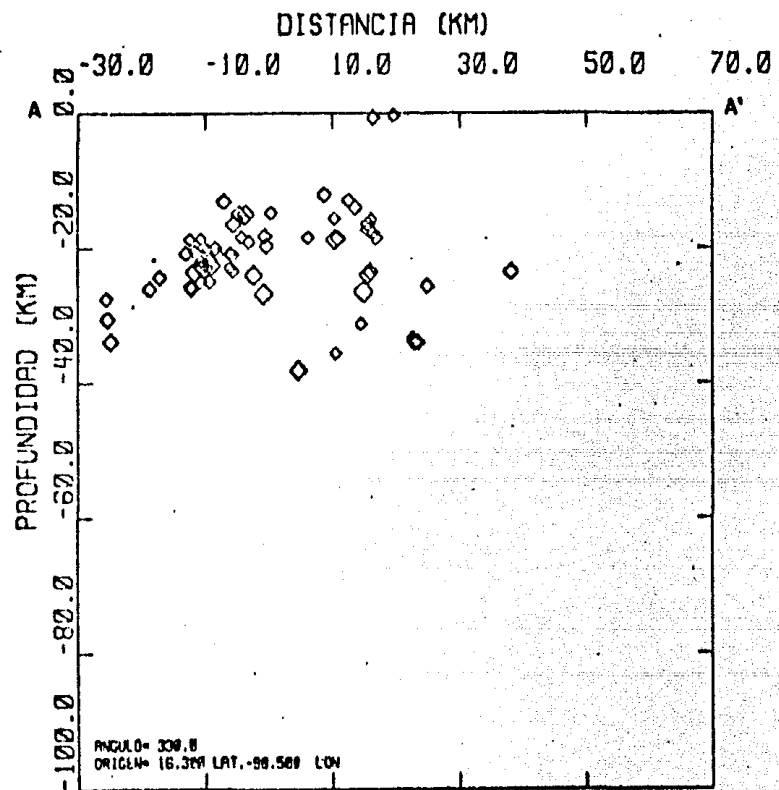
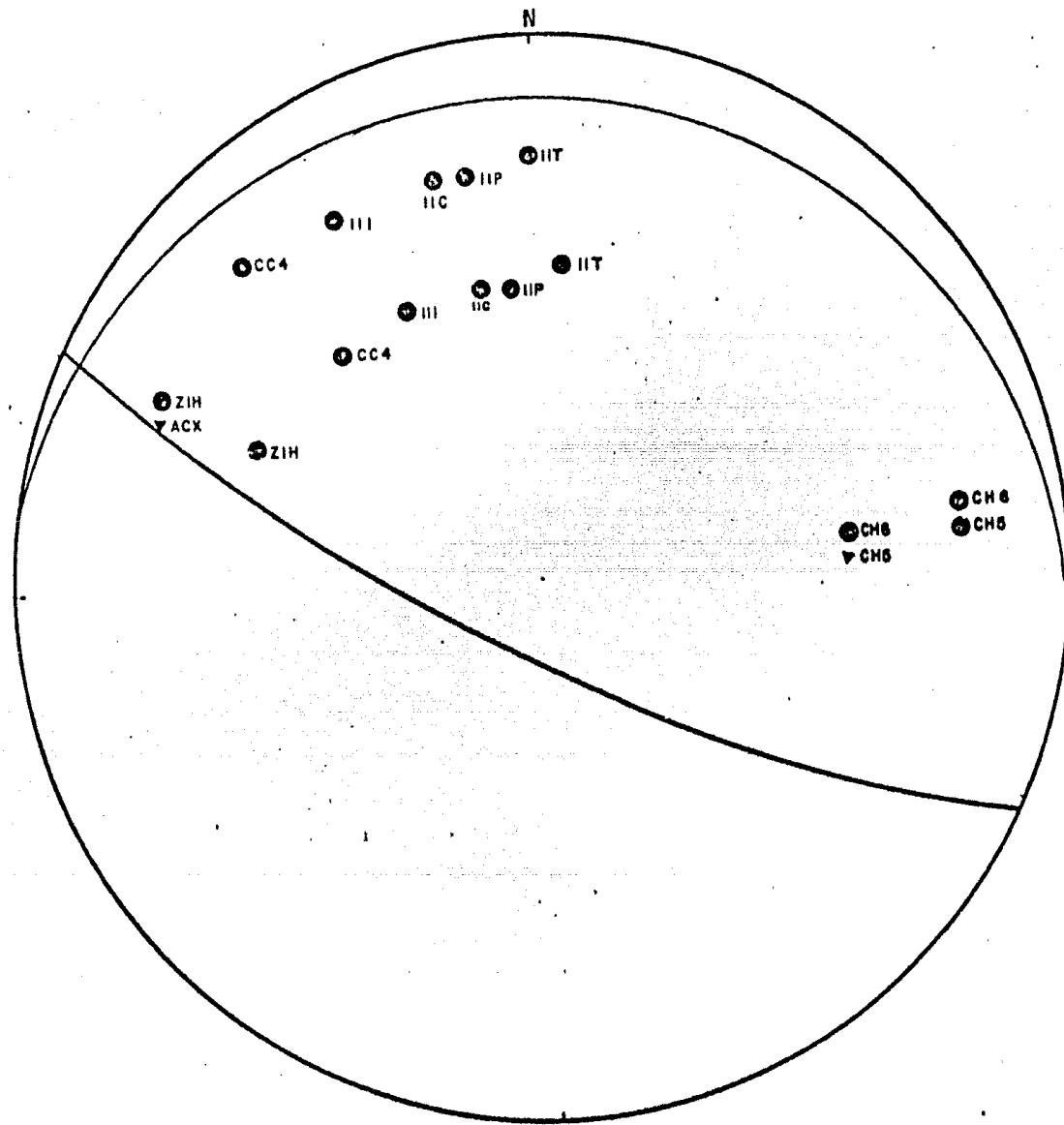
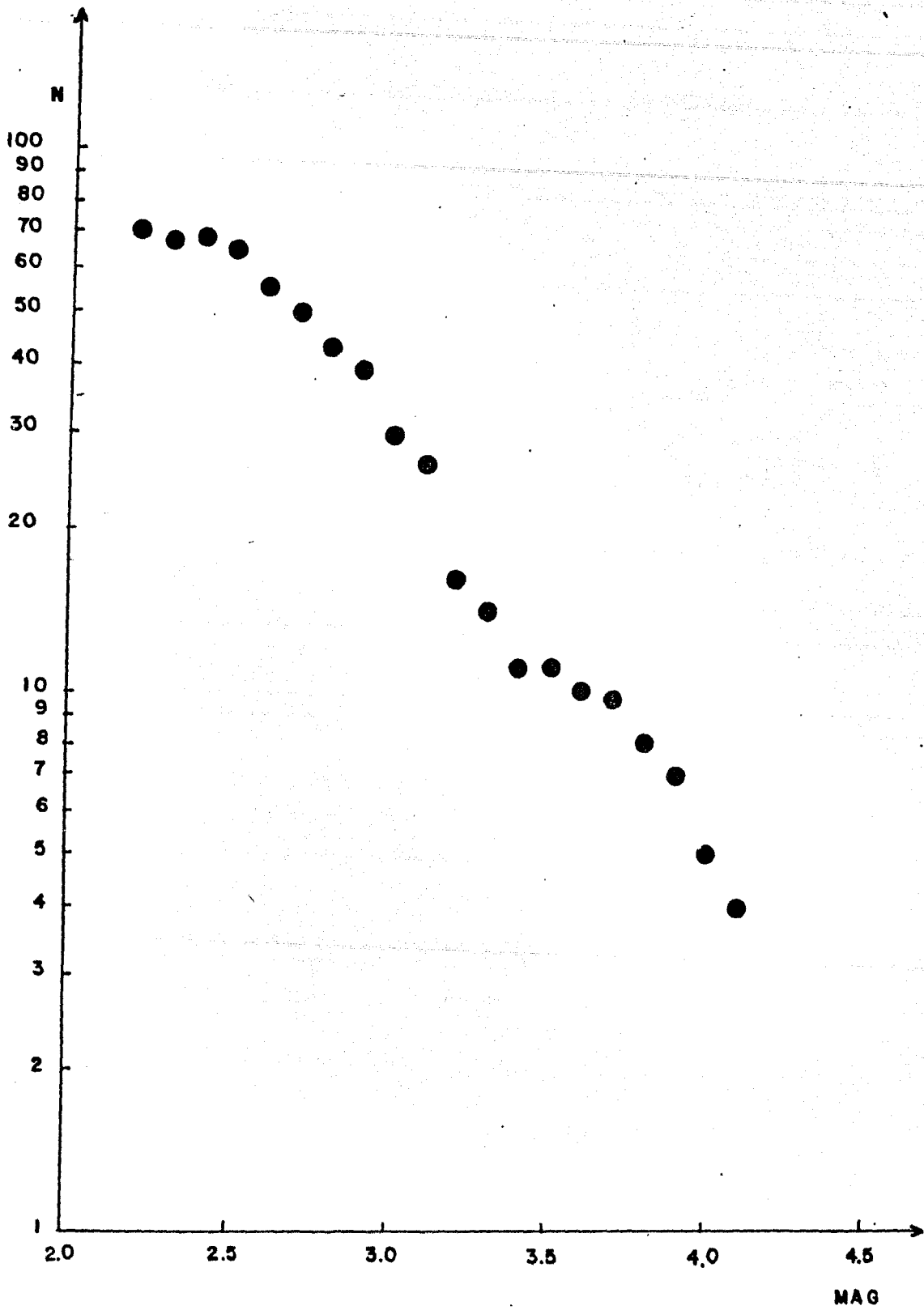


FIG. 6



● COMPRESION  
 ○ DILATAcion  
 ▼ DEBIL o DUDOSA  
 ▽ DUDOSA

FIG. 7



relacion magnitud v.s. log. de N.

FIG. 8

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

FECHA : 07 JUN 88

HORA : 06:52:05

BLANQUEO : 0122

CYCLOS ENFUNDOS  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9  
C 1 1 3 3 5 7 9  
ESCRIBO

FACTORES AMPLIFICACION :

00 2015  
01 2017  
02 2018  
03 2019  
04 2020  
05 2021  
06 2022  
07 2023  
08 2024  
09 2025

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

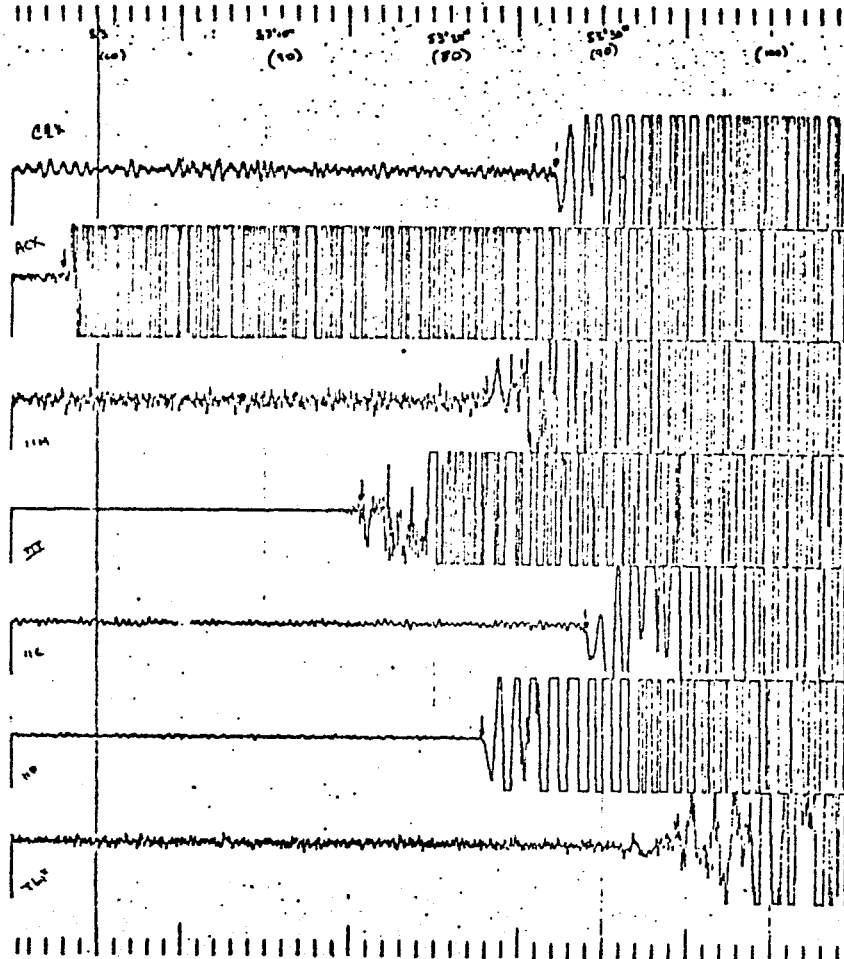


FIG. 9

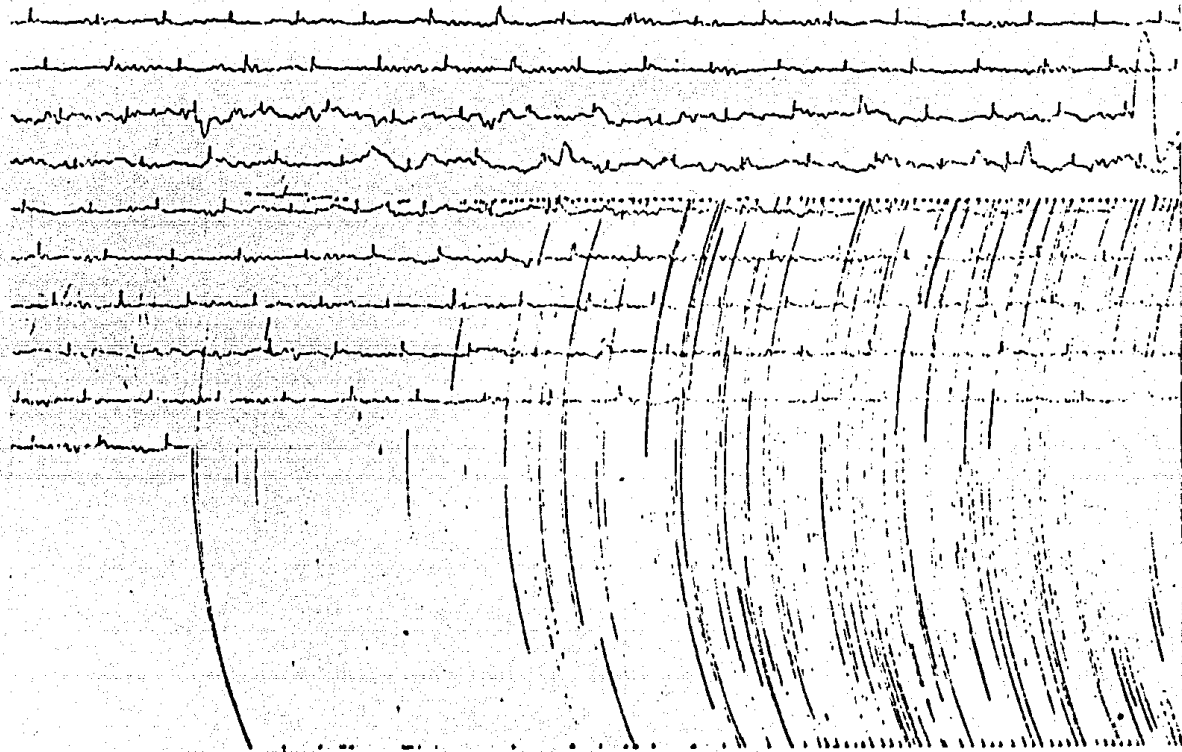


FIG. 10

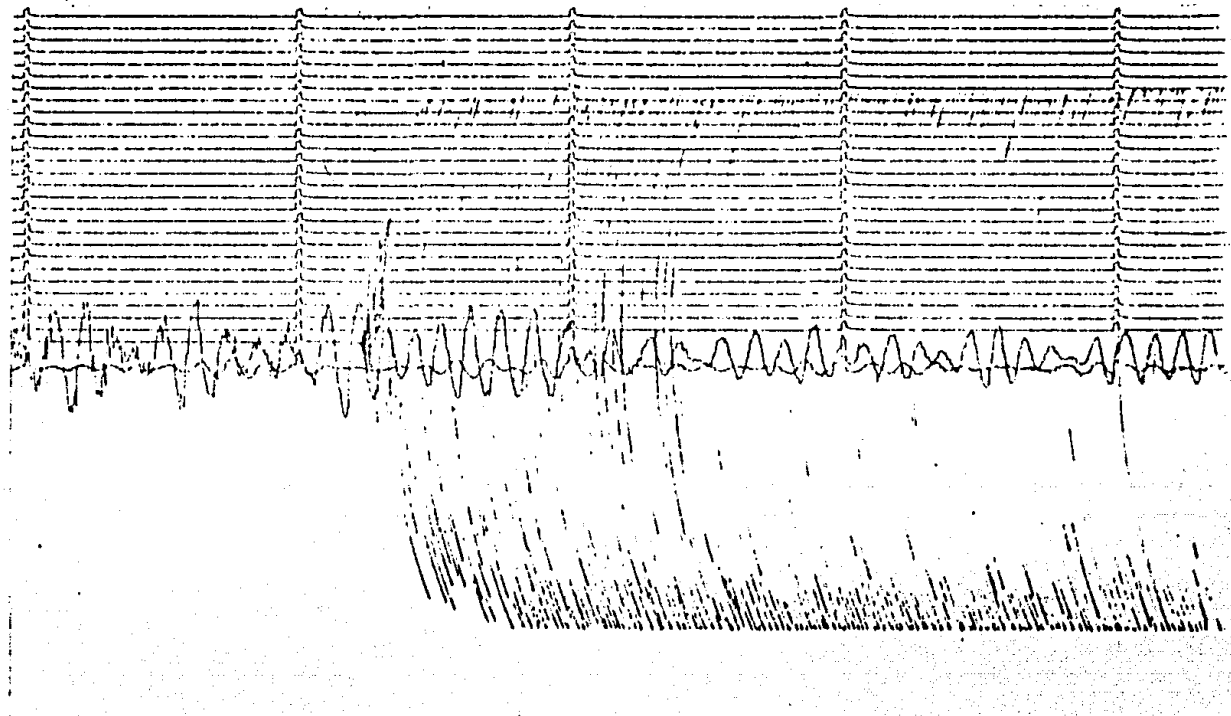


FIG. 11



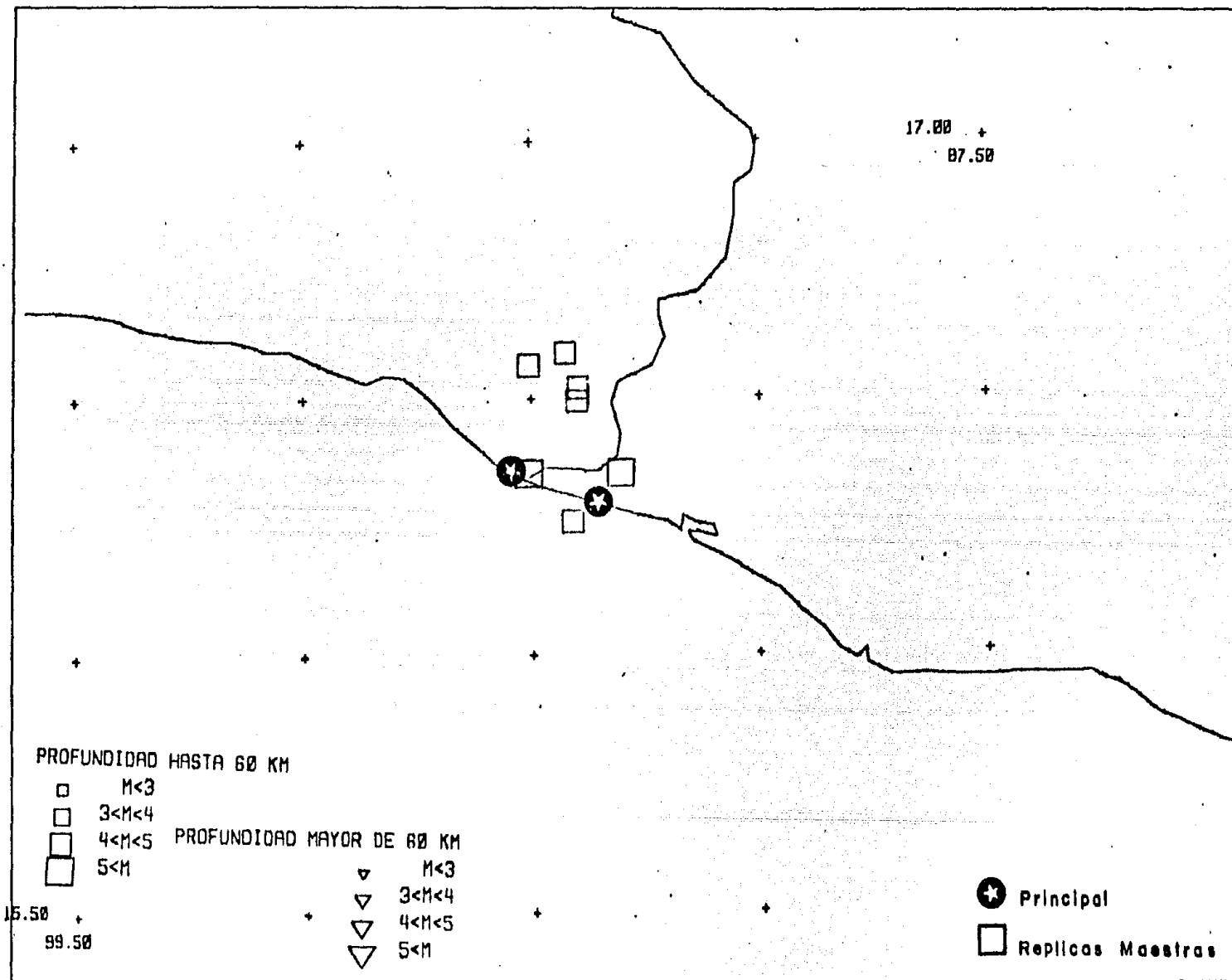


FIG. 12

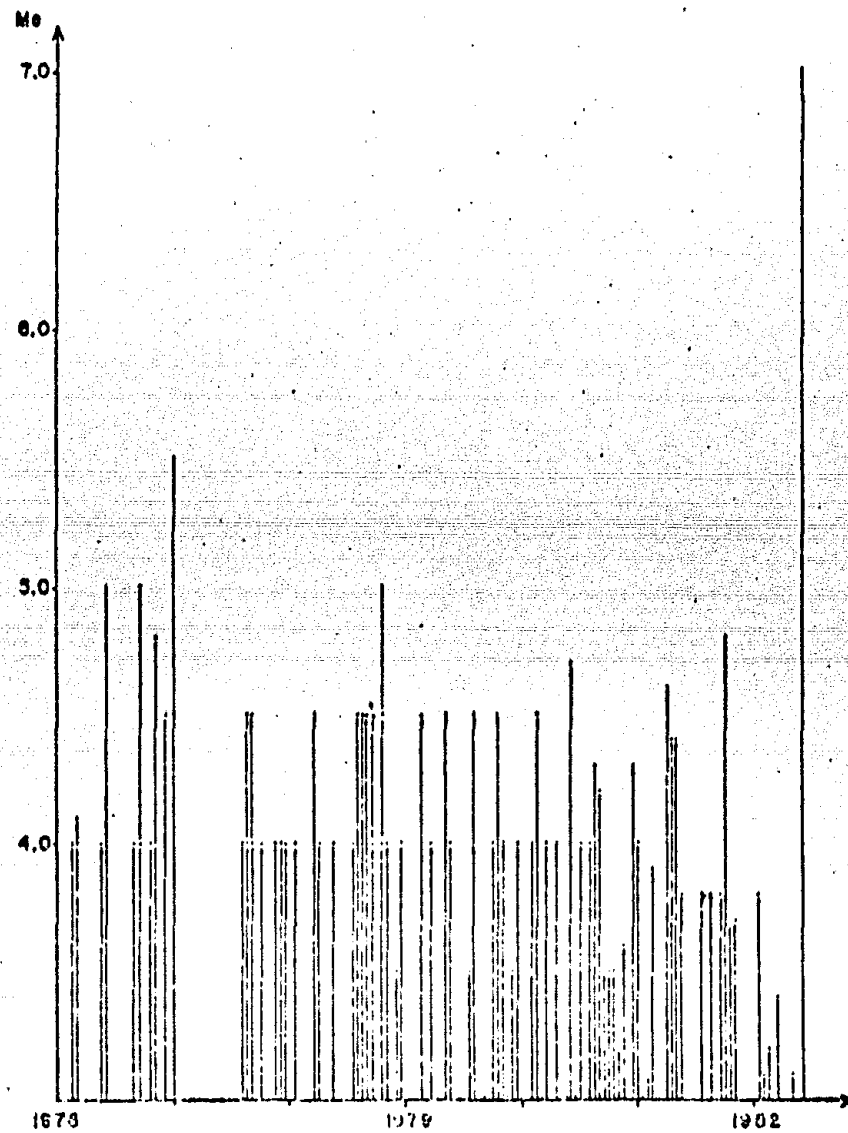


FIG. 13

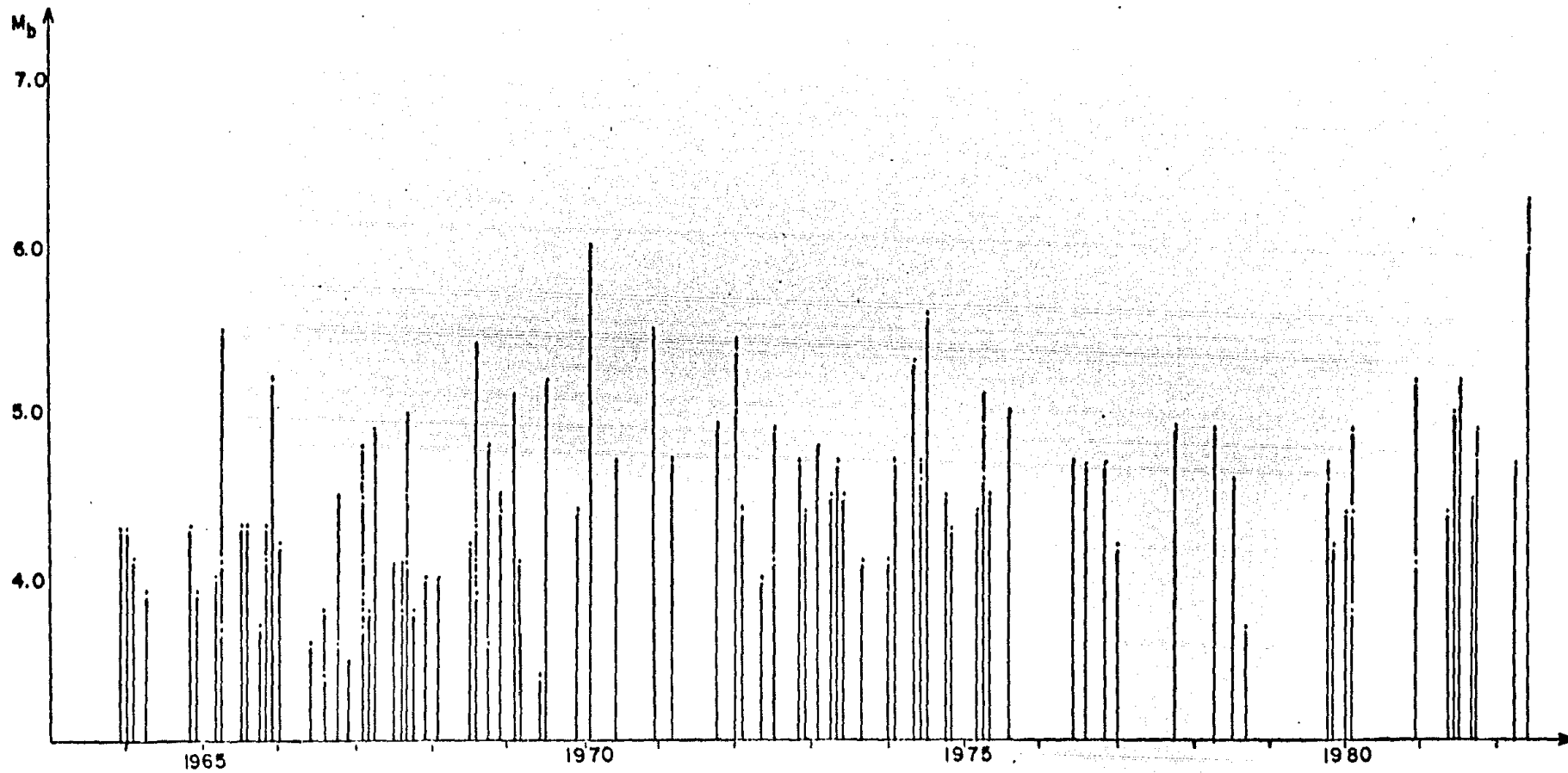


FIG. 14

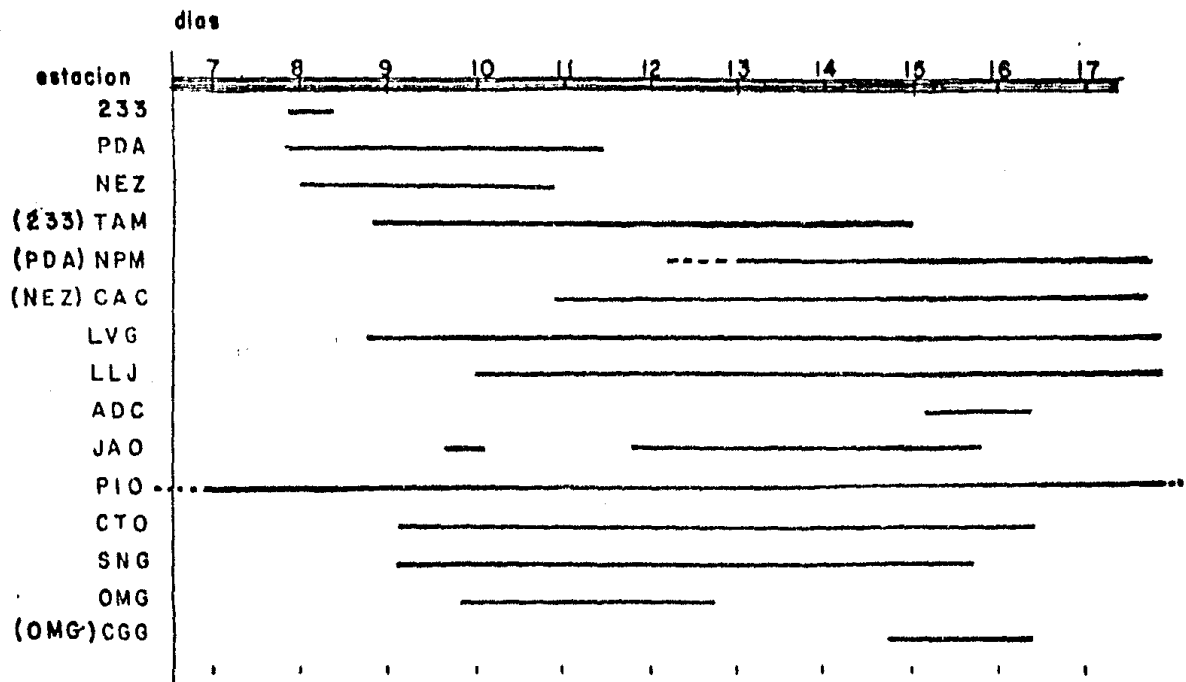


TABLA I. Diagrama de operación de las estaciones.

TABLA 2

DATE	ORIGIN	LAT N	LONG W	DEPTH	MAG	RMS	ERH	ERZ	Q	NE
820e08	039	53.10	1e-24.12	98-27.19	14.00	3.81	0.50	8.9	9.2	D 4
820e08	15e	32.15	1e-24.12	98-23.30	38.11	4.56	0.64	17.8	10.3	D 4
820e08	230	43.75	1e- 8.79	98-22.74	0.33	3.46	0.35	6.7	64.4	D 4
820e08	325	8.9e	1e- 8.67	98-29.87	12.01	3.79	0.82	11.8	99.0	D 3
820e08	350	19.43	1e-18.11	98-19.23	0.63	3.77	0.57	5.5	41.5	D 4
820e08	2321	20.38	1e-34.22	98-22.77	15.48	3.51	0.22	2.5	2.6	D 4
820e09	519	50.6e	1e-34.77	98-25.32	20.0e	3.67	0.20	1.6	1.3	B 5
820e09	712	40.73	1e- 1.40	98-24.67	33.98	4.03	0.17	1.6	0.7	C 7
820e09	835	18.48	1e-27.39	98-24.77	18.20	3.80	0.23	1.8	2.0	C 5
820e09	88e	3e.04	1e-3e.51	98-20.93	19.01	3.54	0.1e	0.8	1.3	C 7
820e09	95e	7.72	1e-29.e0	98-2e.11	14.83	4.11	0.1e	0.8	1.1	B 7
820e09	11 e	4.83	1e-33.52	98-24.50	21.04	3.77	0.09	0.8	0.7	C 6
820e09	1130	44.25	1e-35.27	98-2e.23	23.00	5.01	0.19	1.6	1.4	C 5
820e09	12 5	59.27	1e- 4.05	98-23.41	33.91	4.00	0.27	2.6	1.0	D 7
820e09	1e 4	45.38	1e-32.3e	98-25.02	1e.3e	4.20	0.36	1.5	2.0	C 8
820e09	1e11	31.54	1e-21.48	98-30.28	14.88	4.77	0.17	1.6	1.2	C 8
820e09	1938	51.e5	1e-34.85	98-25.85	21.81	3.94	0.20	1.2	0.9	B 8
820e09	1940	1.23	1e-32.90	98-1e.35	17.e1	3.72	0.27	1.3	1.4	B 9
820e09	2137	59.51	1e-34.e1	98-2e.19	20.27	3.34	0.24	1.1	1.3	B 9
820e09	23 e	57.25	1e-34.10	98-25.53	20.92	3.40	0.21	0.9	1.2	B 8
820e10	0 8	33.12	1e- e.e3	98-27.37	31.21	3.29	0.27	1.8	2.4	C 9
820e10	04e	17.84	1e- 2.51	98-24.49	33.37	3.41	0.27	2.0	1.0	C 9
820e10	134	25.4e	1e- 1.25	98-23.78	25.e3	3.7e	0.38	2.4	5.4	D 9
820e10	515	53.79	1e-34.7e	98-27.43	20.50	3.4e	0.23	0.8	1.1	B 8
820e10	517	11.9e	1e-34.94	98-2e.78	25.00	3.71	0.27	1.3	1.2	B 9
820e10	1310	3e.51	1e-32.93	98-27.84	21.82	3.39	0.33	1.2	1.4	B 8
820e11	144	40.8e	1e-21.52	98-20.83	18.48	3.95	0.30	1.6	1.7	C 7
820e11	247	18.50	1e-15.75	98-39.40	18.77	3.37	0.17	1.4	2.1	C 7
820e11	1528	8.42	1e-12.52	98-29.30	18.38	3.34	0.20	1.1	1.4	C 8
820e11	1837	53.e2	1e-34.1e	98-24.28	20.73	3.43	0.27	1.0	1.5	B 8
820e11	19 7	22.42	1e-3e.74	98-25.55	22.11	3.37	0.39	2.0	1.6	C 8
820e11	2145	12.5e	1e-35.1e	98-2e.e7	22.75	3.59	0.20	1.1	0.9	B 7
820e11	2339	29.05	1e-23.22	98-17.99	13.88	4.03	0.30	1.6	2.4	D 8
820e12	047	13.0e	1e-34.e0	98-2e.94	18.e2	3.09	0.25	1.0	1.5	B 10
820e12	112	13.5e	1e-37.71	98-21.8e	23.44	3.35	0.47	2.5	1.4	C 9
820e12	234	42.50	1e-23.08	98-2e.70	14.ee	3.51	0.23	1.1	1.1	C 7
820e12	718	1e.e8	1e-25.72	98-14.34	18.49	3.63	0.63	1.9	2.5	C 10
820e12	101e	35.24	1e-33.53	98-27.45	23.03	3.73	0.34	1.2	1.2	B 10
820e12	12 9	4.38	1e-33.93	98-27.03	19.87	3.32	0.26	0.9	1.3	B 9
820e12	1531	58.44	1e-34.e5	98-3e.15	33.92	4.04	0.67	3.8	2.6	D 10
820e12	1548	5.3e	1e-22.34	98-1e.97	18.04	1	0.27	1.1	1.1	B 8
820e12	1548	32.30	1e-22.82	98-1e.58	15.72	3.e0	0.41	1.4	1.8	C 9
820e12	1e14	3e.03	1e-35.30	98-3e.19	27.51	3.50	0.32	2.1	2.5	C 6
820e12	1811	48.4e	1e-28.e0	98-50.95	11.57	3.75	0.14	1.2	1.0	C 8

820e12	2345	33.80	1e-21.99	98-17.42	16.40	3.96	0.60	2.3	2.8	D	8
820e13	124	20.80	1e-31.12	98-24.92	18.29	3.49	0.17	0.6	1.1	B	8
820e13	242	0.46	1e-33.21	98-26.85	25.00	3.59	0.32	1.2	1.3	C	10
820e13	548	48.49	1e-20.73	98-21.61	15.55	3.42	0.24	1.2	1.2	C	9
820e13	813	1.00	1e-15.35	98-24.81	18.69	4.82	0.46	2.2	2.1	D	9
820e13	11 7	52.51	1e-30.65	98-22.93	26.74	4.96	0.31	1.4	2.1	C	8
820e13	14 3	10.95	1e-30.98	98-23.76	23.96	4.84	0.32	1.4	1.1	C	9
820e13	1432	10.81	1e-34.79	98-27.74	26.12	3.82	0.58	2.3	2.5	C	9
820e13	2028	24.12	1e-33.73	98-26.36	22.60	4.72	0.33	1.3	1.2	C	9
820e13	2049	59.84	1e-34.30	98-24.74	13.06	3.98	0.24	0.8	2.1	B	8
820e14	3 2	47.68	1e-35.32	98-28.00	20.80	3.79	0.45	1.6	2.0	C	9
820e14	8 5	3.36	1e-23.72	98-16.32	17.19	4.22	0.39	1.3	2.4	C	9
820e14	18 1	55.67	1e-36.82	98-26.60	25.69	4.02	0.38	1.6	1.7	C	9
820e14	2126	0.61	1e-33.73	98-32.67	26.12	3.85	0.63	2.5	3.3	C	8
820e14	2242	26.69	1e-21.38	98-18.23	26.44	5.08	0.16	0.7	1.0	C	9
820e15	3 7	33.05	1e-23.19	98-16.43	23.50	4.16	0.52	2.0	1.9	D	10
820e15	3 8	42.98	1e-23.87	98-16.32	23.94	4.55	0.48	2.2	1.5	C	10
820e15	736	17.13	1e-20.44	98-20.38	12.81	3.63	0.42	1.6	3.1	D	8
820e15	1414	54.92	1e-33.60	98-31.74	24.40	3.74	0.55	2.0	2.3	C	9
820e15	1716	1.78	1e-25.41	98-25.79	19.61	3.94	0.35	1.4	1.4	C	9
820e15	1724	17.43	1e-33.54	98-28.12	23.61	4.97	0.39	2.8	2.1	B	8
820e16	942	3.65	1e-25.28	98-18.76	35.57	3.26	0.64	3.9	4.7	D	7

Donde:

DATE Fecha  
 ORIGIN Hora y minuto de origen referido a G.M.T.  
 LAT N Latitud norte en grados y minutos  
 LON W Longitud oeste en grados y minutos  
 DEPTH Profundidad focal en kilometros  
 MAG Magnitud de coda  
 RMS Error cuadratico medio de tiempos  
 residuales en segundos  
 ERH Error numerico horizontal en kilometros  
 ERZ Error numerico vertical en kilometros  
 Q Calidad estimada por el programa HYPO

TABLA 3

	130812	131107	131403	142242	151724		
ESTACION	P/RES	P/RES	P/RES	P/RES	P/RES	AV/RES	SD/RES
ACA	0.17	0.30	0.64	0.67	0.71	0.51	0.21
III	3.05	3.53	3.89	3.41	3.32	3.50	0.20
III	4.02	4.37	3.82	3.72	3.27	3.84	0.30
IIF	4.74	4.00	4.71	4.39	4.43	4.59	0.15
IIM	6.09	6.50	6.44	6.40	6.12	6.45	0.18
IIC	4.49	5.02	4.30	4.60	3.93	4.58	0.41

Residuales obtenidos para cada replica maestra, obteniendo el promedio y desviacion estandar.

## REFERENCIAS

-Aki, K., & Richards, P.

Quantitative Seismology. Theory and Methods Freeman & Co., San Francisco, U.S.A., 1980

-Astiz, L. and Kanamori, H.

An Earthquake Doublet in Ometepec, Guerrero, Mexico. Submitted to P.E.F.I., 1983

-Berg, E.

Relation between earthquake foreshocks, stress and mainshocks Nature , V, 219, pp.1141-1143, 1968.

-Duda, S. J.

Secular seismic energy release in the circum Pacific belt. Tectonophisics 2, 409-452, 1965.

-Figueroa, J.

Catalogo de sismos ocurridos en la Republica Mexicana, Reporte 272 del Instituto de Ingenieria , 1970

-Gutenberg, B. y Richter, C.F.

Earthquake magnitude, intensity, energy and aceleration Bull. Seismol. Soc. Amer., 46 , pp.105-145, 1956.

-Havskov, J. y Macias, M.

A coda-length magnitude scale for Mexico, Preprint.

-Havskov, J., Singh, S.K. y Novelo, D.



Geometry of the Benioff zone in the Tehuantepec area in southern Mexico. *Geofisica Internacional*, Vol.21, No.4, pp.325-330, 1982.

-Ishida,M., and Kanamori,H.

The foreshock activity of the 1971 San Fernando earthquake, California. *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 68, pp.1265-1279, 1978.

-Kanamori,H.

The energy release in great earthquakes. *J. Geophys. Res.*, 82, No.20, pp. 2981-2987, 1977.

-Lelleher,J.,L.Sykes, and J.Gliver

Possible criteria for predicting earthquake locations and their application to major plate boundaries of the Pacific and the Caribbean. *J. Geophys. Res.*, 78, pp.2547-2585, 1973.

-Lee,W.H.K., Bennett,R.E. & Heagher,K.L.

A method of estimating magnitude of local earthquakes from signal duration. U.S. Geological Survey, Open-file report, 28 pp., 1972.

-Lee,W.H.K. & Lahr,J.C.

HYP071 (Revised): A program for determining hypocenter, magnitude and first motion pattern of local earthquakes, Open-file report 75-311, U.S. Geological Survey 114 pp., 1975.

-Minster,J.B. & Jordan,T.H.

Present day plate motions, *J. Geophys. Res.*, 83, pp. 5331-5354, 1978.

-Quintanar,L.,Ponce,L. y Yamamoto,J.

Variaciones espacio temporales de la sismicidad en la region costera de Oaxaca de 1950 a 1982 ( $m_b > 4.3$ ). En preparacion.

-Singh, S.K., Astiz, L. y Havskov, J.

Seismic gaps and recurrence periods of large earthquakes along the Mexican subduction zone: a reexamination. Bull. Seismol. Soc. Amer., 71 No.3, pp. 827-843, 1981.

-Singh, S.K., Havskov, J., Mc.Nally, K., Ponce, L., Hearn, T. and Vassilou, M.

The Oaxaca, Mexico, earthquake of november 1978; A preliminary report on aftershocks., Science , 207, pp. 1211-1213, 1980

-Singh, S.K., and Wyss, M.

Source parameters of the Orizaba earthquake of august 28, 1978. Geofisica Internacional , 16, pp. 165-184, 1976.

-Valdez, C. and Meyer, R.P.

Analysis of the Petatlan aftershocks: numbers, energy release and asperities., J. Geophys. Res., 87 , No. B10, pp. 8517-8527, 1982.

-Wesson, R.L., and Ellsworth, W.L.

Seismicity preceding moderate earthquakes in California. J. Geophys. Res. 78, pp.8527-8546, 1973.

-Zuniga, F.R. y Valdez, C.M.

Analisis de las replicas del temblor de petatlan del 14 de marzo de 1979. Tesis profesional , Fac. de Ingenieria, U.N.A.M., 1980.