

ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD SISMICA DE LA PROVINCIA DE TUCUMAN

Marta María Zossi

Instituto de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología,
Universidad Nacional de Tucumán,
Tucumán, República Argentina.

RESUMEN

Se investiga la actividad sísmica de la provincia de Tucumán, a partir de datos provenientes de fuentes históricas: "Datos de esta dística sísmica" del Observatorio Meteorológico Argentino; libros y diarios locales; y con 57 años (1920-1977) de datos instrumentales obtenidos por el Observatorio de La Plata, el INPRES y la USCGS, de la región 25 y 29 LS y 64 y 67 LW.

Estos datos son volcados en cartas de Epicentros y de profundidades y se analiza la distribución en profundidad y frecuencia. Se trazan curvas isosistas de sismos más representativos y se estudian intensidades máximas de algunos, para inferir magnitudes. Con ello se grafica la energía liberada por unidad de superficie y las intensidades máximas observadas.

ABSTRACT

The seismic activity of Tucumán is investigated on the data provided by historical's sources, "Data of seismic statistics" by the Argentine Meteorological Observatory, books and locals newspapers, and Instrumentals data for 57 years (1920-1977) provided by the La Plata Astronomical Observatory, by INPRES and by USCGS, for the region 25 and 29 LS and 64 and 67 LW. Epicenters and depth are mapped, and the distribution in depth and frequency is analyzed. The isosismals curves of more important eventos were constructed and the greatest intensity of some of them were studied to infer magnitudes. With them, the energy released for unit of area and greatest intensity observed are drawn.

1.- INTRODUCCION

En el presente trabajo se investiga la Actividad Sísmica de la provincia de Tucumán. Se recopilan datos de sismos históricos e instrumentales que han tenido influencia sobre la región.

Los parámetros básicos, necesarios, son: fecha, coordenadas del foco, magnitud e intensidad epicentral; se requiere además, una documentación detallada sobre los daños provocados.

Los epicentros de algunos terremotos del siglo XX y todos los de los siglos anteriores se definen como centros de las áreas más fuertemente sacudidas, o de intensidad máxima.

2.- RECOPIACION DE DATOS HISTORICOS Y ANALISIS DE LA INFORMACION OBTENIDA

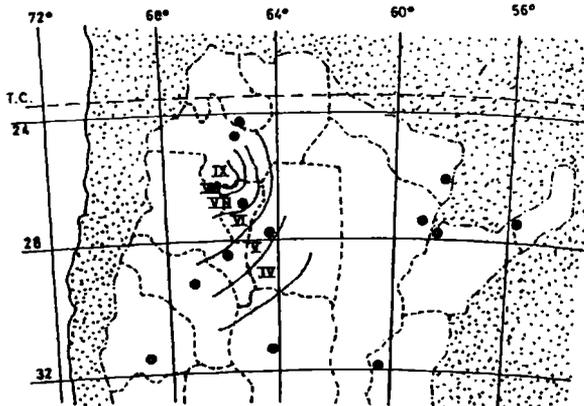
La región bajo estudio, no posee una historia sísmica. Se ha recopilado la información para el análisis de la distribución de intensidades de sismos históricos sentidos en la provincia.

Dicha recopilación fue realizada en base de: "Datos de Estadística Sísmica, Años 1830-1940", del Observatorio Meteorológico Argentino (OMA), Sección Geofísica del Observatorio de Villa Ortúzar; datos de la Publicación Técnica N 5, del Instituto Nacional de Prevención-Sísmica (INPRES), (Castano, 1977); datos de Archivos de diarios locales, entre ellos, La Razón, El Orden y La Gaceta, y de otras fuentes como, libros (Temple, 1920; Gajardo, 1968) y Documentos Históricos (Actas Capitulares y Libro de Fábrica de la Parroquia de Trancas).

Analizando la información, se extrajeron los sismos más representativos que han tenido efectos sobre la provincia. Así por ejemplo: los de Talavera de Esteco de los años 1632, 1636 y 1692; el de Trancas de 1826; el "Argentino" de 1894; de Taff del Valle de 1906; de Oeste de Tucumán de 1907; de El Naranjo de 1931; de la zona de Lumberas-Parque El Rey de los años 1948 y 1973 y los de San Juan de 1944 y 1977. Estos sismos son los que figuran en la Tabla 1, en donde se indican sus características: fecha, coordenadas y profundidades de focos, magnitud, intensidades máximas y las adjudicadas a Tucumán.

En base de la información histórica recopilada se confeccionaron curvas isosistas correspondientes a los sismos que figuran en la Tabla 1, por ejemplo, el sismo de "Trancas", 19 de enero de 1826, y a partir de los documentos históricos y libros (Temple, 1920) se trazaron las isosistas correspondientes en intensidades Mercalli

Modificada (MM).



- Fig. 1: Curvas isosistas correspondientes al sismo de Trancas

Con el fin de determinar las magnitudes desconocidas, de los sismos que figuran en la Tabla 1, se consideraron las curvas de variación de la intensidad con la distancia (Castano, 1977). Estas son trazadas tomando en las curvas isosistas, una determinada dirección y siguiéndola se consideran distancias promedios para cada grado de intensidad. Comparando las trazadas para sismos de magnitud conocida con las de los de magnitud desconocida llegamos a inferir los valores de ellas, figuras 2, 3 y 4.

3.- RECOPIACION DE DATOS INSTRUMENTALES Y ANALISIS DE LA INFORMACION OBTENIDA

Se delimitó la región comprendida entre los paralelos 25 y 29 grados de Latitud Sur (LS) y los meridianos 64 y 67 grados de Longitud Oeste (LW), dentro de la cual se encuentra la provincia de Tucumán. Se solicitaron datos de la región en estudio, a los Centros de Investigación Sísmica: Observatorio Astronómico de La Plata; INPRES; Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS) y a United States Coast and Geodetic Survey (USCGS). Además se dispuso de los sismogramas registrados en la provincia por el Observatorio Meteorológico Regional (OMR), dependiente del Servicio Meteorológico Nacional, durante los años 1950-1958. Entre los años 1920 y 1977, se volcaron a mapas 175 sismos de magnitudes entre 3,2 y 6,5 de

la escala Richter. En la figura 5, se expresaron las magnitudes en función del radio del círculo de ubicación del sismo; en la figura 6, las profundidades de los focos, con la longitud del segmento dibujado.

La figura 5, ilustra acerca de la distribución de los focos sísmicos en toda la región, notándose una concentración de los mismos alrededor de los 28°S y 66°W.

3.1- Frecuencia de sismos

Se analizó la frecuencia de sismos de una determinada magnitud, considerando la fórmula empírica de Richter (1968): $\log N = A - bm$. En ella, N es el número de sismos de una determinada magnitud (m) y A y b, son constantes que dependen de la heterogeneidad de la región. Para ello se confeccionó la Tabla 2, en la cual se indica el número de sismos de una dada magnitud, clasificados en superficiales, intermedios, transitorios y profundos (Miyamura, 1969).

En las figuras 7 y 8, se volcaron los datos de la Tabla 2, para el caso de los superficiales y los intermedios y luego mediante mínimos cuadrados, se calcularon los valores de A y b, obteniéndose:

para sismos superficiales,	$\log N = 2,08 - 0,38 m$
y para sismos intermedios,	$\log N = 1,73 - 0,25 m$

3.2- Distribución en profundidades

Se confeccionó un corte vertical, en el que se graficó la distribución de los sismos. En la figura 9, puede verse la existencia de focos sísmicos en todas las profundidades y además que hay una mayor densidad para los intermedios a semejanza de lo que ocurre en áreas del Pacífico.

RESULTADOS

En la figura 10, se describe la energía liberada por unidad de superficie. Del gráfico se desprende que las mayores cantidades de energías liberadas, se ubican en la zona occidental, especialmente al sur de la misma y además que ellas disminuyen hacia el este.

En la figura 11, se muestran las intensidades máximas, obtenidas superponiendo las curvas isosistas y tomando solamente los valores máximos.

CONCLUSIONES

Del estudio realizado hemos podido concluir que aún no se tiene el conocimiento exacto del grado de sismicidad de la provincia de

EPIGRAFES DE LAS FIGURAS

- Fig. 1: Curvas isosistas correspondientes al sismo, denominado de "Trancas", del 19 de enero de 1826.
- Fig. 2: Curvas de variación de la intensidad MM con la distancia, para los sismos tabulados en la Tabla 1.
- Fig. 3: Idem. anterior.
- Fig. 4: Idem. anterior.
- Fig. 5: Mapa de Epicentros. 175 sismos entre los años 1920 y 1977, con datos provenientes del INPRES-CERESIS; Observatorio de La Plata y USCGS.
- Fig. 6: Mapa de Profundidades. 175 sismos entre los años 1920 y 1977, con datos provenientes idem. figura anterior.
- Fig. 7: Número de sismos superficiales (N), en función de la magnitud (m).
- Fig. 8: Idem. anterior, pero para sismos intermedios.
- Fig. 9: Distribución de todos los sismos de la región con la profundidad.
- Fig. 10: Energía liberada por unidad de área en el período 1920-1977 (175 sismos).
- Fig. 11: Zonas de máximas intensidades MM observadas en el período 1692-1977 (30 sismos).
- Tabla 1: Sismos más importantes, a partir de datos históricos.
- Tabla 2: Se indican los números de sismos de una dada magnitud, en el caso de superficiales, intermedios, transitorios y profundos.

TABLA 1

N	Fecha	Ubicación			mag.	Denominación	I _{máx}	I _(Tuc)
		Lat.	Long.	Prof.				
1	1692-13-9	25,3	64,8	-	7,3	Talavera de E.	VIII	V-VI
2	1826-19-1	-	-	-	6,5 ⁺	Trancas	IX	VI-VIII
3	1892-20-3	-	-	-	6,1 ⁺	El Recreo	VII	IV-V
4	1894-27-10	30,5	68,4	30	8,2	Argentino	X	IV-V
5	1898-4-2	-	-	-	6,1 ⁺	Pomán	VII	IV-V
6	1901-3-3	-	-	-	6,25 ⁺	Tilcara	-	IV-V
7	1906-17-11	-	-	-	6,1 ⁺	Taff del Valle	VII	IV-VIII
8	1907-10-8	-	-	-	6,0 ⁺	Oeste de Tuc.	-	IV-VI
9	1908-5-2	-	-	-	6,7 ⁺	El Rey I	VIII	V-VI
10	1908-2-7	-	-	-	-	Monteros	-	III-IV
11	1913-6-11	-	-	-	6,0 ⁺	N.de Catamarca	-	V-VI
12	1917-26-7	32,3	68,9	-	6,5	Mendoza	VII	IV
13	1927-23-4	-	-	-	6,1 ⁺	Rosario de Fr.	VII	V-VI
14	1928-8-1	28,0	65,5	-	5,5 ⁺	Sur de Tucum.	V	III-V
15	1931-18-2	29,0	66,5	-	6,0	Sur de Catam.	VII	III-V
16	1931-3-4	26,7	65,0	180	6,25	El Naranjo	VIII	V-VIII
17	1932-25-6	-	-	-	6,0 ⁺	Santa Bárbara	-	IV-VI
18	1933-12-2	27,0	66,0	-	5,5	Aconquija	VI	IV-VI
19	1936-9-9	-	-	-	6,0 ⁺	Santa María	-	IV-VI
20	1948-25-8	24,9	64,8	50	7,0	Salta I	VIII	V-VI
21	1948-27-8	28,0	66,0	160	5,7 ⁺	Catamarca	VII	IV-VI
22	1950-14-8	-	-	-	5,7 ⁺	E de Santiago	-	II-III
23	1950-9-12	-	-	-	6,25	Antofagasta	-	III-IV
24	1952-11-8	-	-	-	5,3 ⁺	N. de Jujuy	-	II-III
25	1955-28-5	30,5	65,0	-	5,7 ⁺	S de Santiago	-	II-III
26	1957-25-5	25,5	65,0	-	5,5 ⁺	Salta II	V	III-IV
27	1963-25-2	28,1	65,6	20	5,3	El Alto	V	III-V
28	1972-29-11	27,3	64,4	-	5,0 ⁺	Santiago	IV	III-IV
29	1973-19-11	24,8	64,4	40	6,1	El Rey II	VII	IV-V
30	1977-23-11	31,3	67,7	40	7,4	Caucete	IX	IV-V

+) Datos determinados a partir de las curvas de atenuación de la intensidad con la distancia.

Tabla 1: Sismos importantes, a partir de datos históricos.

TABLA 2

Magnitud m	Número de sismos				logN	
	Superf.	Inter.	Trans.	Prof.	Superfic.	Intermed.
4,3	3	8	0	0	0,48	0,90
4,4	3	3	0	0	0,48	0,48
4,5	2	10	0	0	0,30	1
4,6	3	2	0	0	0,48	0,30
4,7	2	3	0	0	0,30	0,48
4,8	2	7	0	0	0,30	0,84
4,9	1	1	1	0	0	0
5,0	3	0	0	0	0,48	---
5,1	1	1	0	0	0	0
5,2	1	4	0	1	0	0,60
5,3	1	2	0	0	0	0,30
5,4	0	0	0	0	---	---
5,5	1	4	0	0	0	0,60
5,6	0	0	0	0	---	---
5,7	0	0	0	0	---	---
5,8	1	0	0	0	0	---
5,9	0	1	0	0	---	0
6,0	0	0	0	0	---	---
6,1	0	0	0	0	---	---
6,2	0	2	0	0	---	0,30
6,3	0	0	0	0	---	---
6,4	0	2	0	0	---	0,30
6,5	0	1	0	0	---	0

Tabla 2: Número de sismos de una dada magnitud, en el caso de superficiales, intermedios, transitorios y profundos.

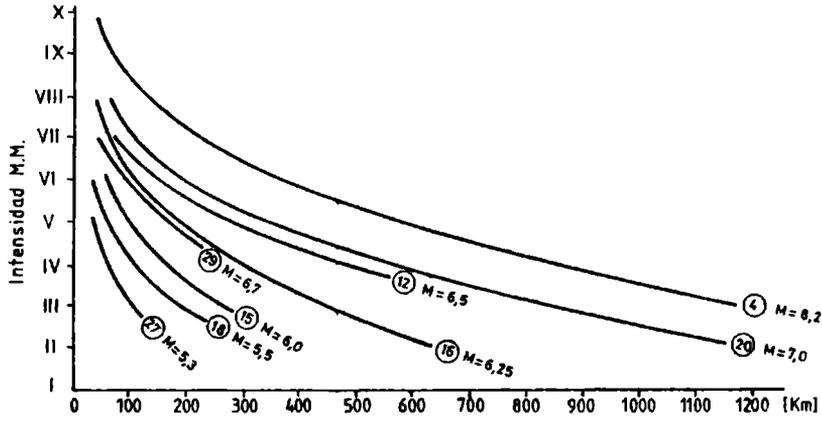


Fig. 2

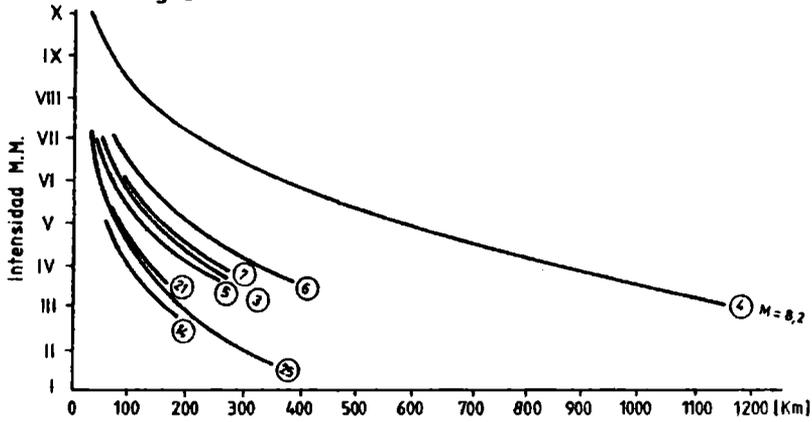


Fig. 3

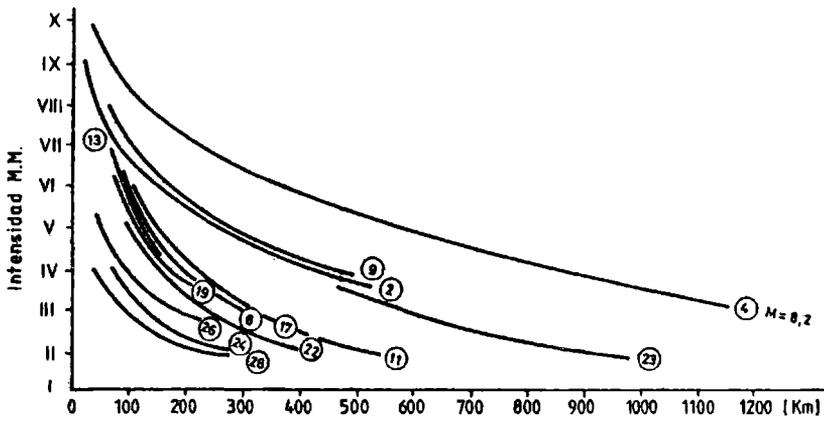


Fig. 4

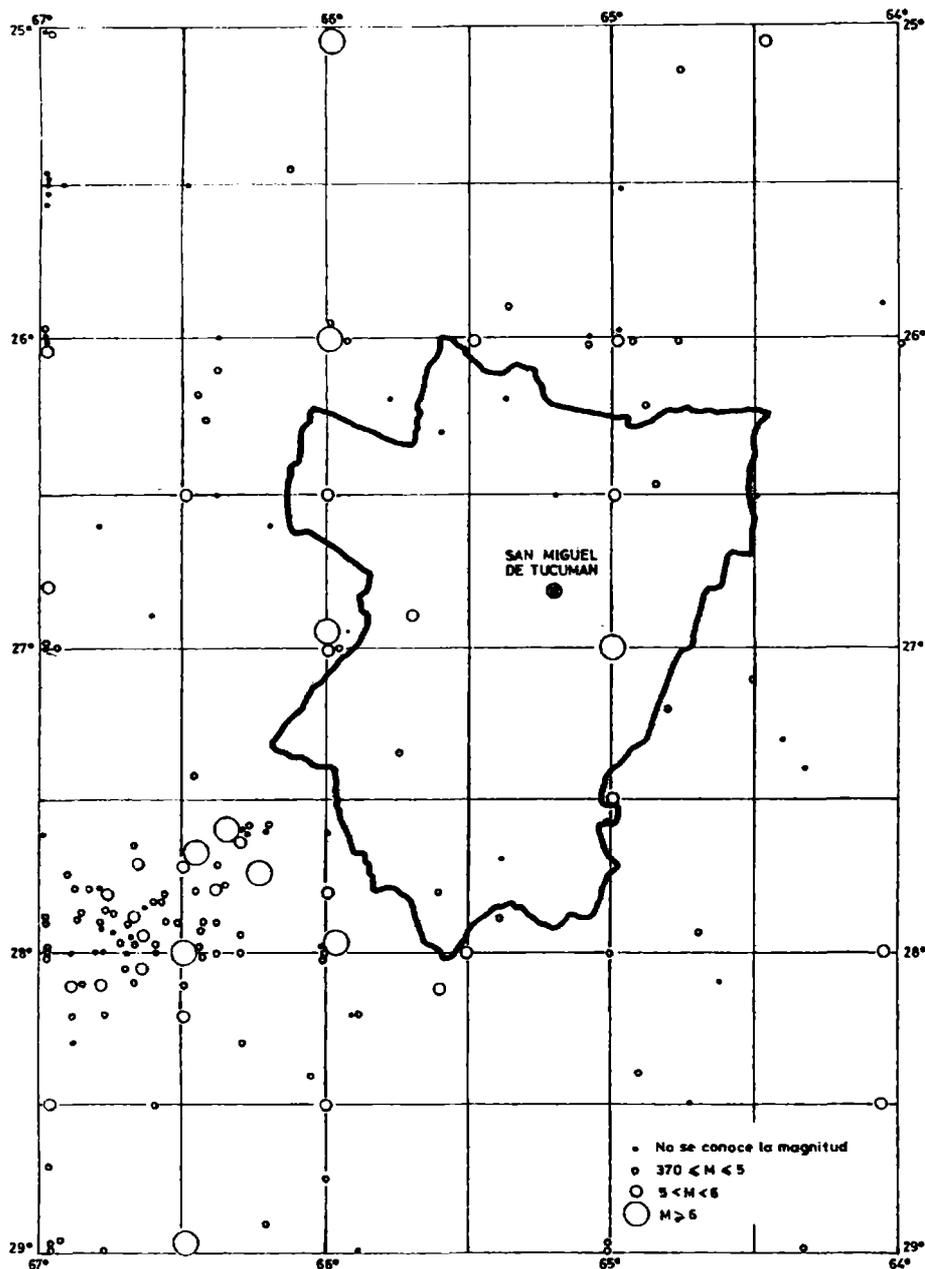


Fig. 5

MAPA DE EPICENTROS
1920 - 1977

Esc. 1:2000000

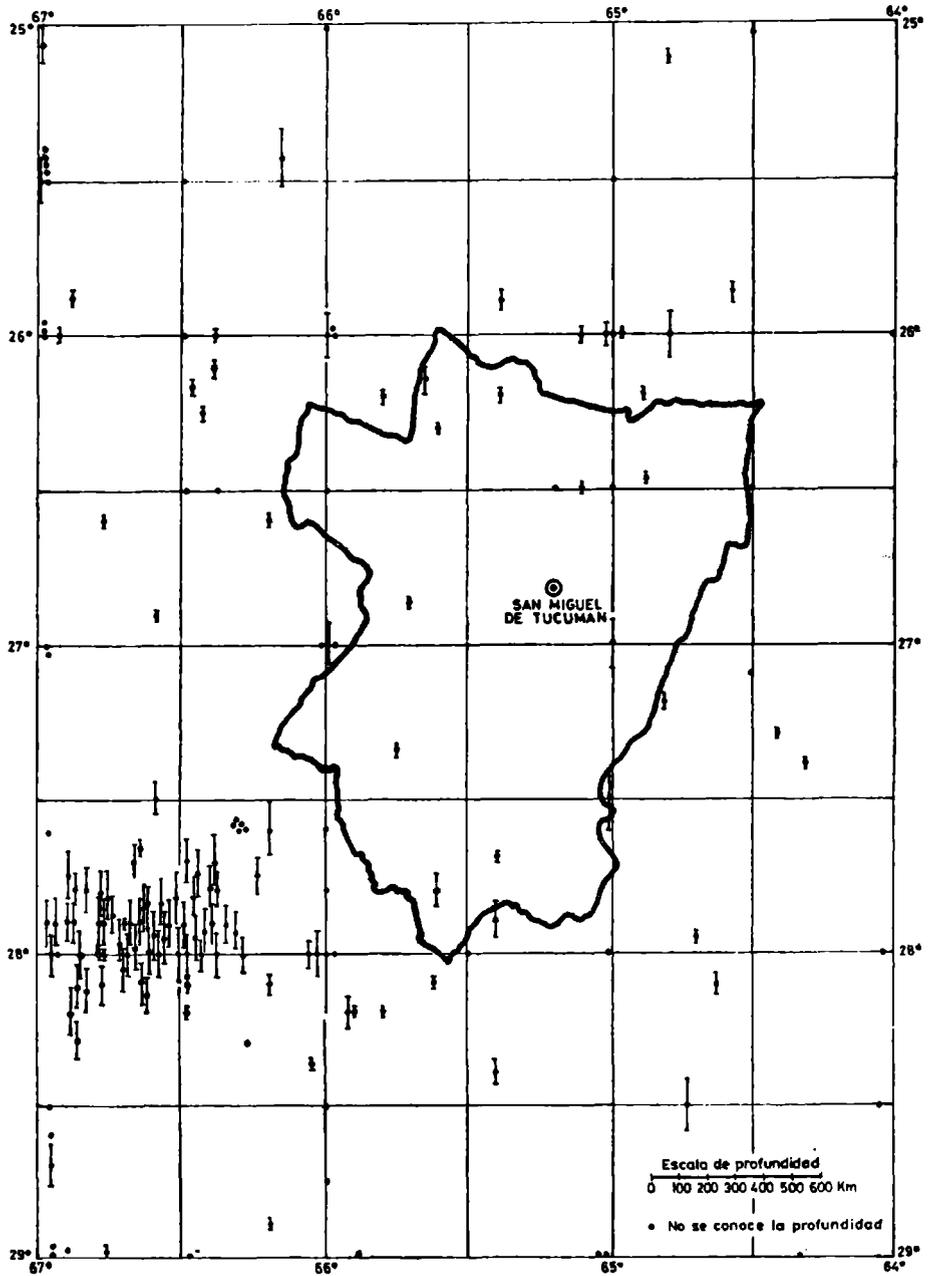


Fig. 6

MAPA DE PROFUNDIDAD
1920 - 1977

Esc. 1: 2.000.000

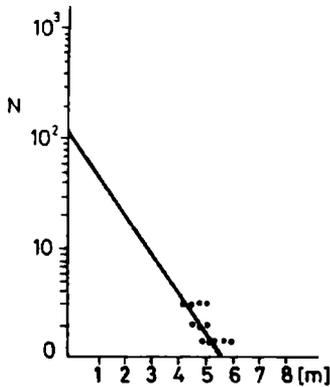


Fig. 7 - Número de sismos superficiales en función de la magnitud [m]

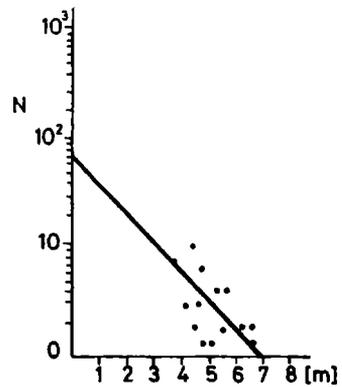


Fig. 8 - Número de sismos intermedios en función de la magnitud [m]

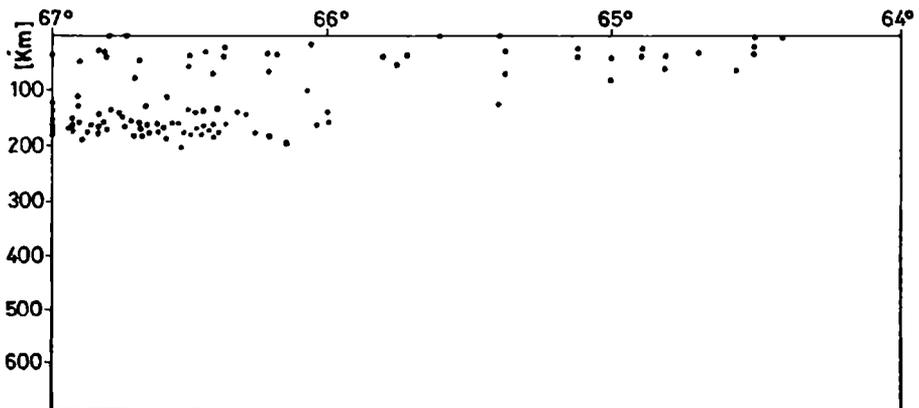
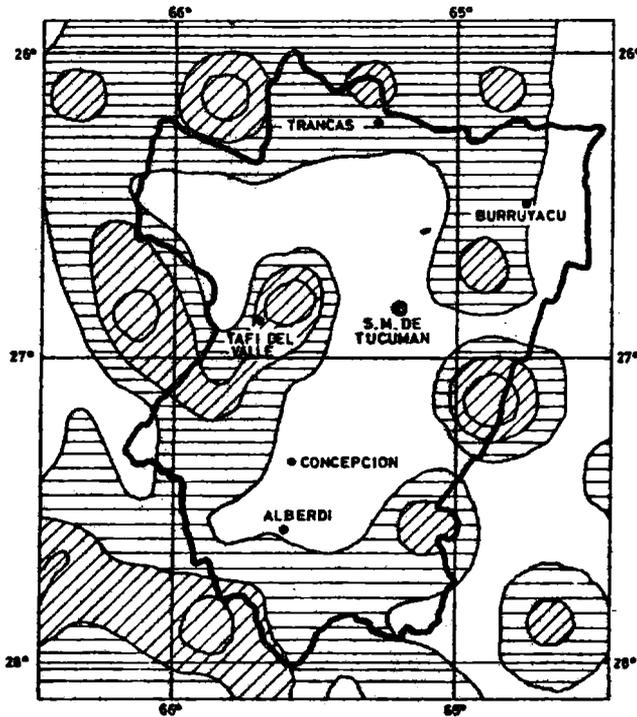


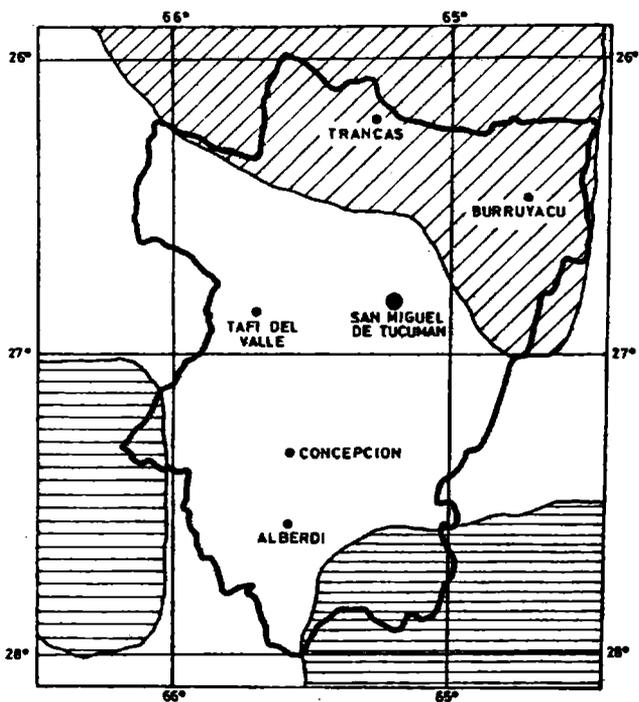
Fig. 9 - Distribución de todos los sismos de la región con la profundidad



Esc. 1: 2.000.000

Fig.10 _Energía liberada por unidad de área en período 1920-1977

-  $10^{18} \text{ erg} < \text{Energía liberada} < 10^{21} \text{ erg}$
-  $10^{15} \text{ erg} < \text{Energía liberada} < 10^{18} \text{ erg}$
-  $\text{Energía liberada} < 10^{13} \text{ erg}$
(Zona en la que no se registraron focos sísmicos)



Esc. 1: 2.000.000

Fig. 11 _Zonas de máximas intensidades M.M. observadas en el período 1692-1977. (30 sismos)

-  I máx. M.M. < VII
-  I máx. M.M. = VII
-  I máx. M.M. > VII