

Fig. 9-44. Mapa de hipocentros de los terremotos de las Béticas Centrales con  $m \geq 2.5$  ocurridos entre Enero de 1983 y Junio de 1986.

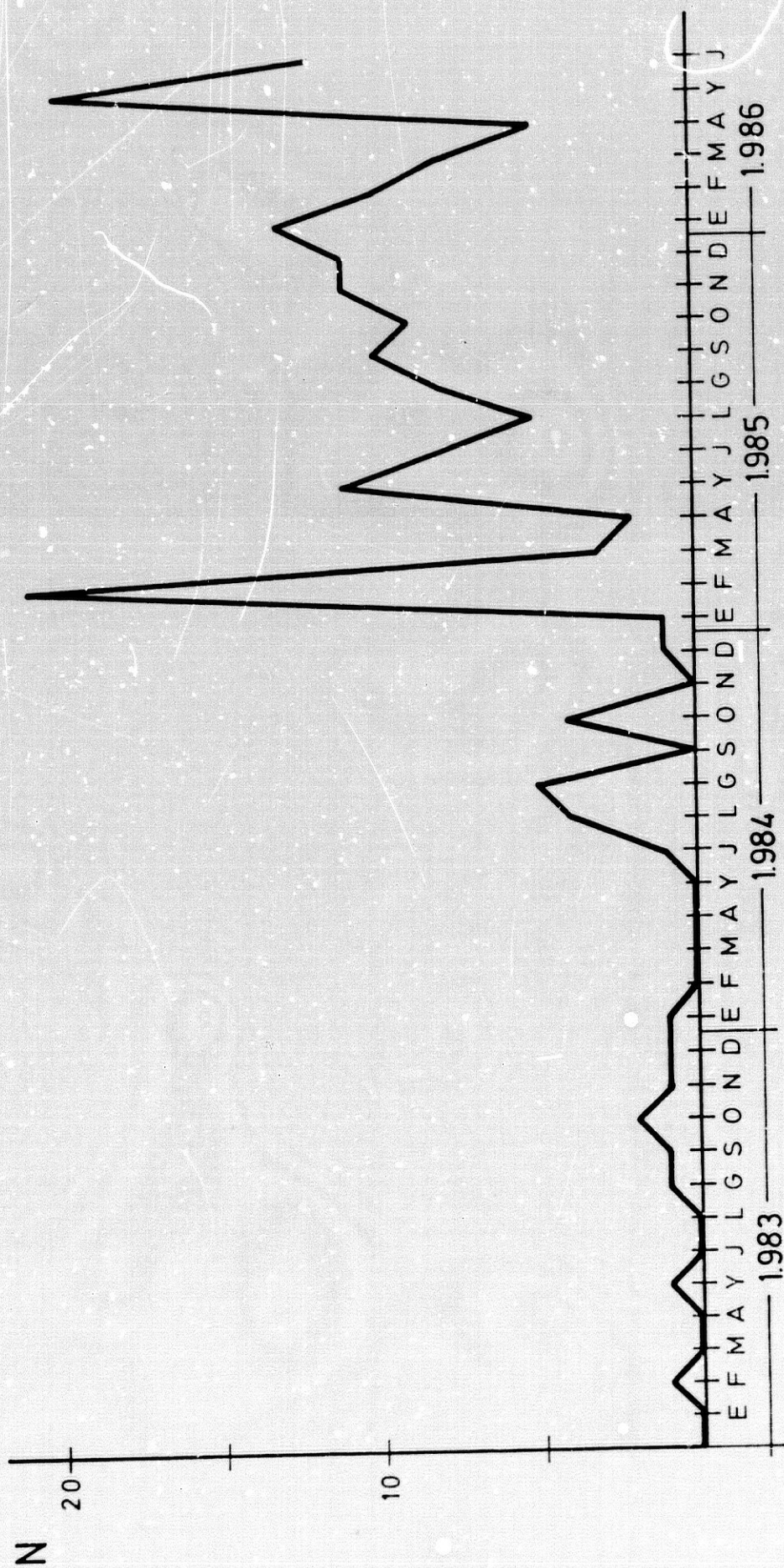


Fig. 9 - 45. Gráfico de terremotos mensuales de  $m \geq 3.0$  para el período Enero 1983 - Junio 1986.

## Sismicidad espacial Béticas-Alborán

ANÁLISIS DE LA PROFUNDIDAD  
POR EL METODO WADATI.

Para comprobar la confianza de las profundidades focales determinadas con el programa LOCITR de los microterremotos de las Béticas Centrales, se ha utilizado la técnica de Wadati y otras derivadas de él bajo suposiciones menos estrictas (Kisslinger y Engdahl, 1973).

Se han escogido un conjunto de terremotos con buenos datos de llegadas P y S, eligiendo los epicentros de modo que los ángulos de incidencia en el foco ( $I_h$ ) a las estaciones empleadas sean mayores de  $90^\circ$ .

Mediante la representación de tiempos S-P respecto tiempos P (diagrama de Wadati) se han obtenido las horas orígenes ( $H_o$ ) de los sismos y la razón de Poisson de velocidades P y S ( $V_p/V_s$ ), con la suposición de que ésta razón no cambia con la profundidad.

Para un conjunto de capas planas donde  $V_{pi}$ ,  $V_{si}$  son las velocidades de las ondas P y S para cada capa  $i$ , y suponiendo que el camino del rayo puede ser dividido en  $n$  trayectos parciales  $L_1 \dots L_n$  con velocidades  $V_{p1} \dots V_{pn}$ ,  $V_{s1} \dots V_{sn}$  y suponiendo constante la razón de Poisson  $V_{pi}/V_{si} = K_i$ , siendo  $H_o$  la hora origen y  $H_p$  y  $H_s$  las horas de llegada de las fases P y S (Kisslinger y Engdahl, 1973) tendremos:

$$H_p = H_o + \sum^n L_i/V_{pi} \quad (1)$$

$$H_s = H_o + \sum^n L_i/V_{si} \quad (2)$$

$$H_s - H_p = \sum^n L_i \frac{V_{pi} - V_{si}}{V_{pi} \cdot V_{si}}$$

Resolviendo las ecuaciones (1) y (2) para cualquier  $L_j$ :

## Sismicidad espacial Béticas-Alborán

$$L_j \frac{V_{pj} - V_{sj}}{V_{pj} \cdot V_{sj}} = (H_p - H_o) \frac{V_{pj} - V_{sj}}{V_{sj}} - *$$

$$* = \sum_{i(j)}^n \frac{L_i}{V_{pi}} \frac{V_{pj} - V_{sj}}{V_{sj}}$$

y sustituyendo en (3) :

$$H_s - H_p = (H_p - H_o) \left( \frac{V_{pj}}{V_{sj}} - 1 \right) + \sum_{i(j)}^n \frac{L_i}{V_{pi}} \left[ \left( \frac{V_{pi}}{V_{si}} - 1 \right) \right] \gg \gg$$

$$\gg \gg \left[ \left( \frac{V_{pj}}{V_{sj}} - 1 \right) \right] = (H_p - H_o) (K-1)$$

ya que  $V_{pi}/V_{si} = V_{pj}/V_{sj}$  para cualquier  $i$  y  $j$ .

Así la ecuación para la interpretación del diagrama de Wadati queda :

$$H_s - H_p = (H_p - H_o) \left( \frac{V_p}{V_s} - 1 \right)$$

El gráfico  $H_s-H_p$  respecto de  $H_p$  es una línea recta. La razón de Poisson se obtiene de la pendiente de la recta y la hora origen de la intercepción de la recta con el eje  $H_p$ .

Para la determinación de la profundidad se han utilizado otros tres métodos que además proporcionan las velocidades de ondas P y S.

En el primer método la profundidad y la velocidad de la onda P se obtienen de la siguiente relación directa :

$$T_p^2 = \frac{h^2}{V_p^2} + \frac{D^2}{V_p^2}$$

## Sismicidad espacial Béticas-Alborán

donde  $D$  es la distancia epicentral,  $h$  la profundidad focal y  $T_p$  es el tiempo de viaje de la onda  $P$  desde el foco a la estación y se calcula una vez obtenida la hora origen  $H_0$  con el diagrama de Wadati:

$$T_p = H_p - H_0$$

La velocidad de  $P$  y la profundidad focal se determinan tras una estimación por mínimos cuadrados de una recta que ajuste los puntos del diagrama  $T_p^2$  respecto  $D^2$  (a este método lo denominaremos TP2 D2), mediante la pendiente de dicha recta y su corte con el eje  $T_p^2$ .

El segundo método se obtiene utilizando datos de  $S$  de igual modo que en el apartado anterior:

$$T_s = \frac{h^2}{V_s^2} + \frac{D^2}{V_s^2}$$

siendo:

$$T_s = H_s - H_0$$

a este tercer método lo denominaremos TS2 D2.

El tercer método consiste en representar  $T_{s-p}^2$  respecto a  $D^2$  mediante:

$$T_{s-p}^2 = h^2 \left( \frac{1}{V_s} - \frac{1}{V_p} \right)^2 + D^2 \left( \frac{1}{V_s} - \frac{1}{V_p} \right)^2$$

y llamando  $R$  a:

$$R = \frac{1}{V_s} - \frac{1}{V_p}$$

## Sismicidad espacial Béticas-Alborán

tendremos que:

$$(T_s - p)^2 = h^2 R^2 + R^2 D^2$$

Así obtendremos la profundidad focal  $h$  y la razón  $R$  entre las velocidades  $V_p$  y  $V_s$ . A éste método lo denominaremos TSP2 D2, y en él es independiente el cálculo de  $h$  de la  $H_0$  obtenida por Wadati (o del programa de localización), por utilizar éste método diferencias de tiempos P y S.

Los gráficos TP2 D2, TS2 D2 y PSP2 D2 son no lineales si la velocidad varía con la profundidad, en éste caso (que es el corriente), un ajuste lineal de los datos tenderá a sobreestimar la profundidad focal (Chapman y Bollinger, 1984).

En la Fig. 9-46 se han representado: el diagrama de Wadati para un sismo superficial (lado superior izquierdo) y el tiempo origen determinado con él, (solo los segundos ya que las horas y minutos son iguales que los calculados por el programa). La razón  $V_p/V_s$  obtenida es 1.70. En el centro de la Fig. 9-46 están los datos calculados con el programa LOCITR con datos P y S.

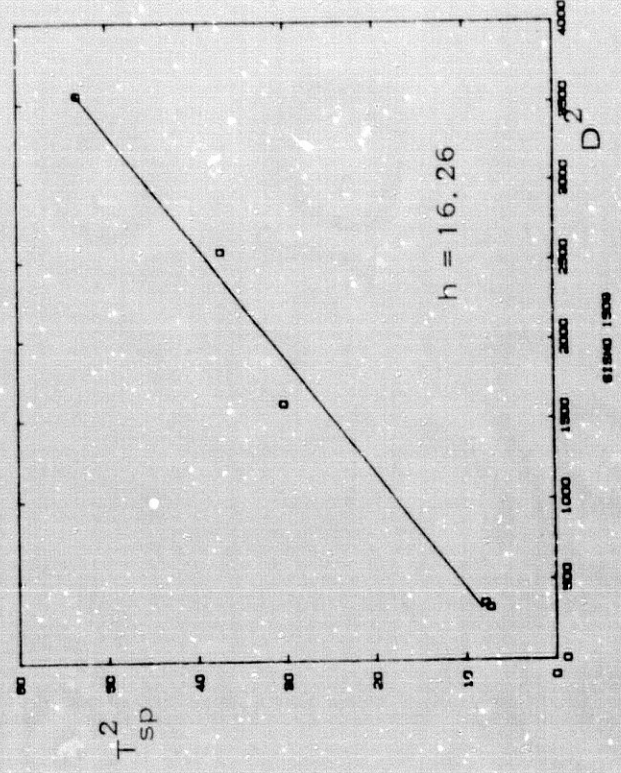
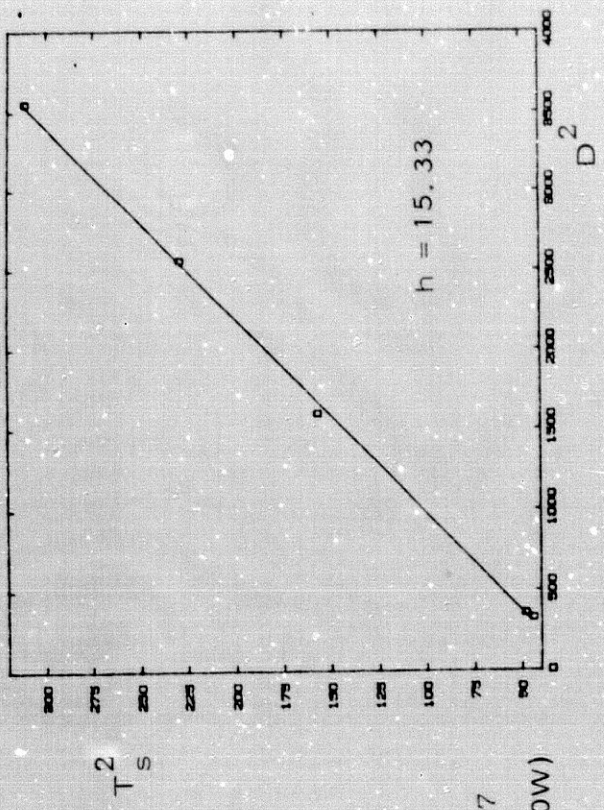
En los otros tres gráficos de la figura aparecen los ajustes TP2 D2, TS2 D2 y TSP2 D2 y los valores de profundidad  $h$  calculados. El valor de  $V_p$  para este terremoto es 5.92 Km/s y el de  $V_s$  es 3.48 Km/s.

A continuación se muestran una serie de ejemplos de gráficos de Wadati TP2 D2, TS2 D2, TSP2 D2 de terremotos de distintas profundidades.

En la Fig. 9-47 se expone de igual modo que en la figura 9-46 otro ejemplo de sismo de 18 Km de profundidad. Las velocidades calculadas han sido  $\bar{V}_p = 6.46$  Km/s y  $\bar{V}_s = 3.55$  Km/s.

En la Fig. 9-48 otro ejemplo de un terremoto de 31 Km, habiendo determinado una razón  $V_p/V_s=1.71$ , y unos valores  $\bar{V}_p=5.90$  Km/s y  $\bar{V}_s=3.44$  Km/s.

En la Fig. 9-49 tenemos un ejemplo de sismo con profundidad 50 Km, habiéndose calculado una razón de Poisson de 1.77 y una  $\bar{V}_p=6.90$  Km/s y  $\bar{V}_s=3.89$  Km/s.



24 AGO 1985  
 Ho = 20 09 17.27  
 (37.205N, 4.280W)  
 z = 11.13 Km.  
 m = 2.5

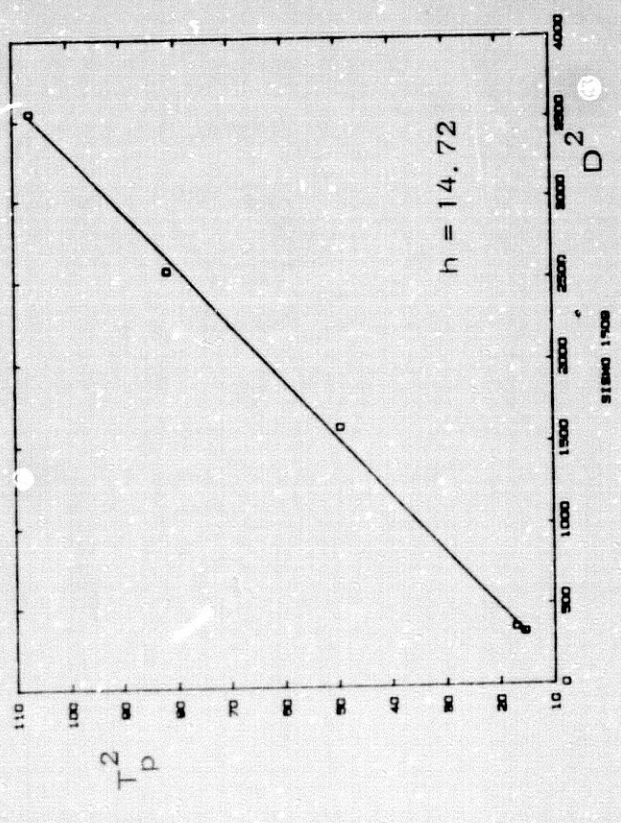
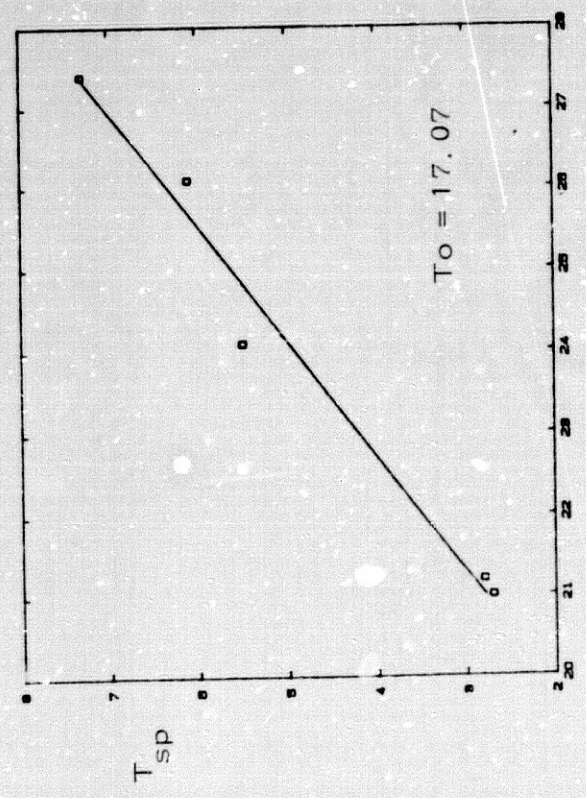
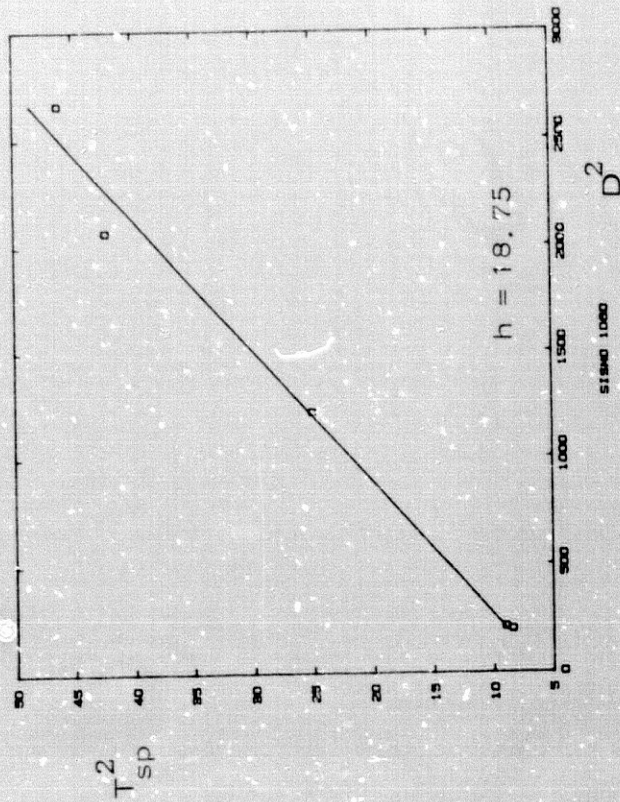
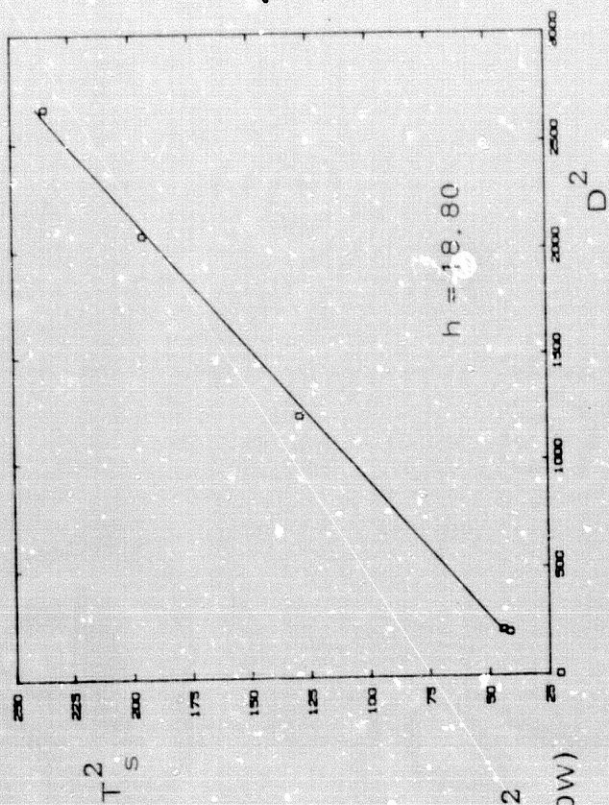
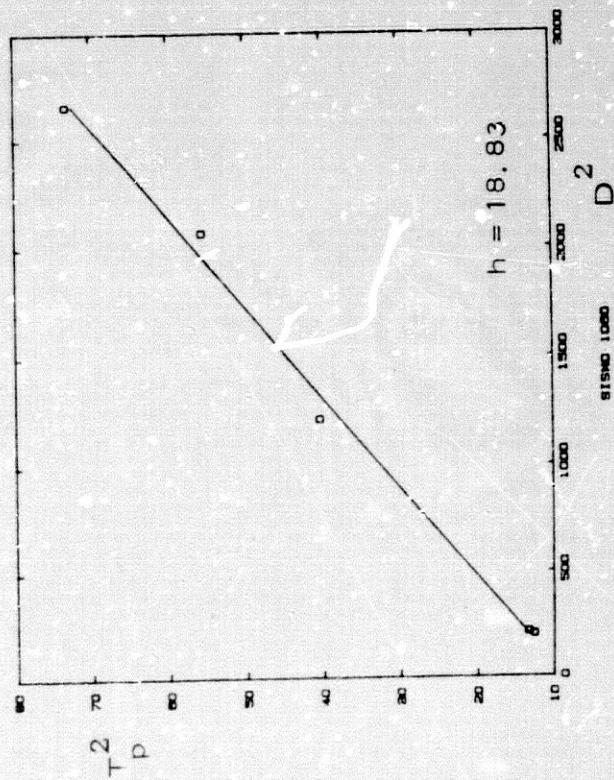
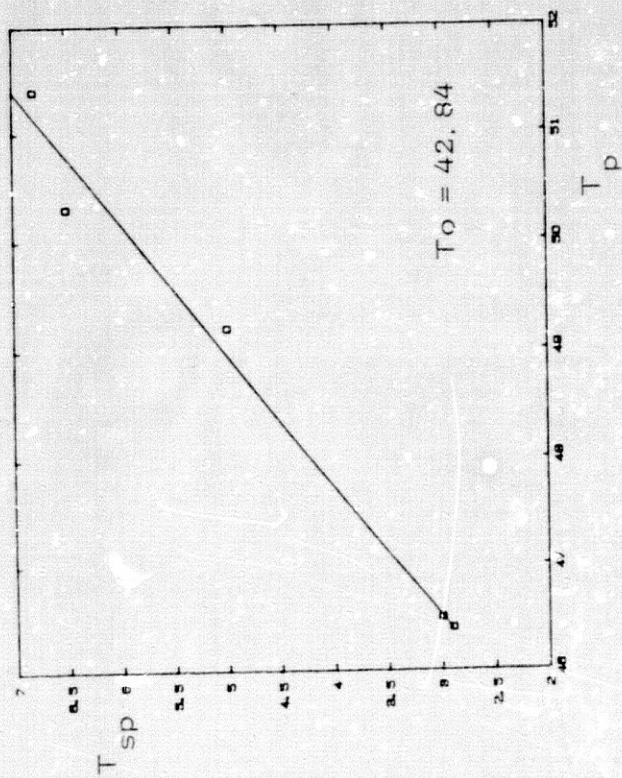


Fig. 9-46.

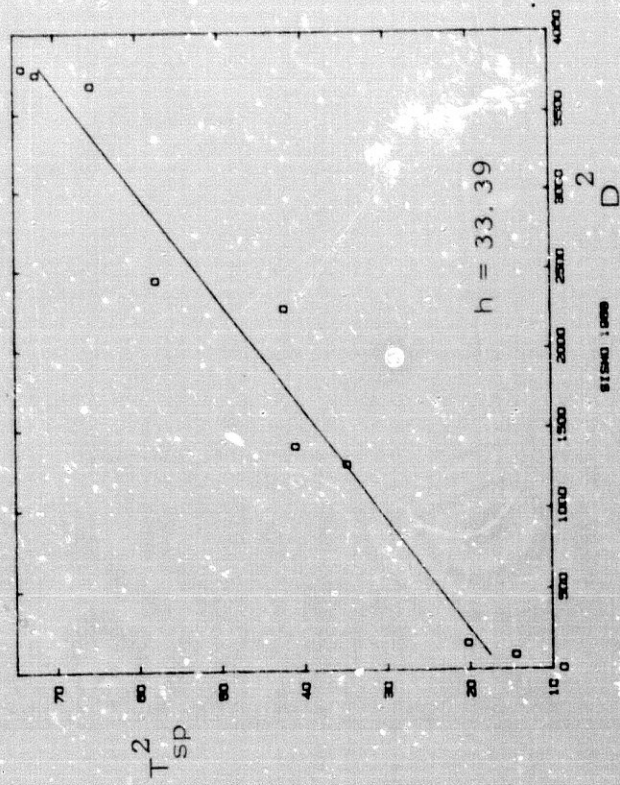
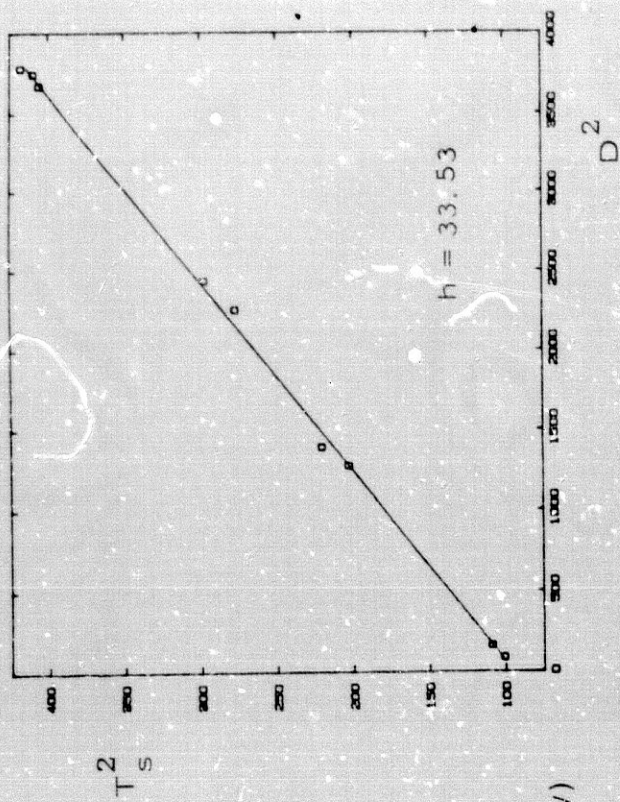
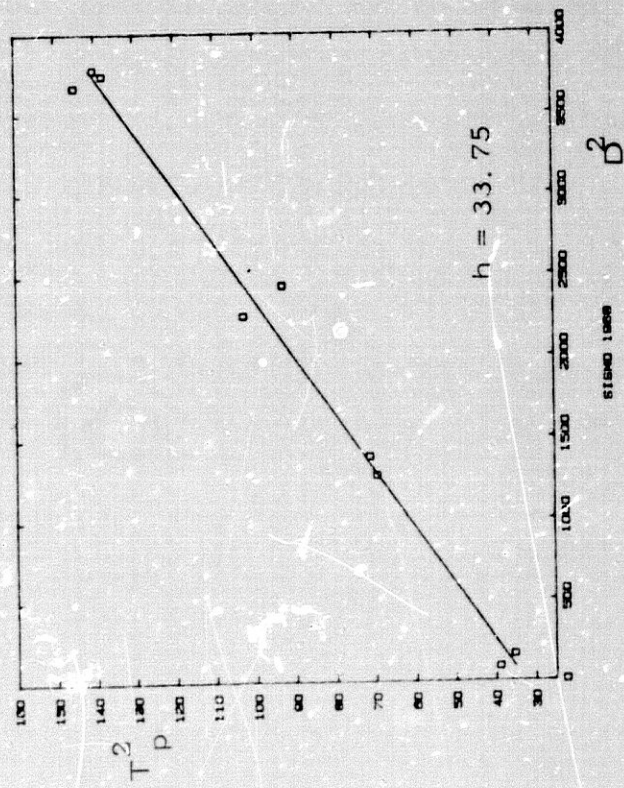
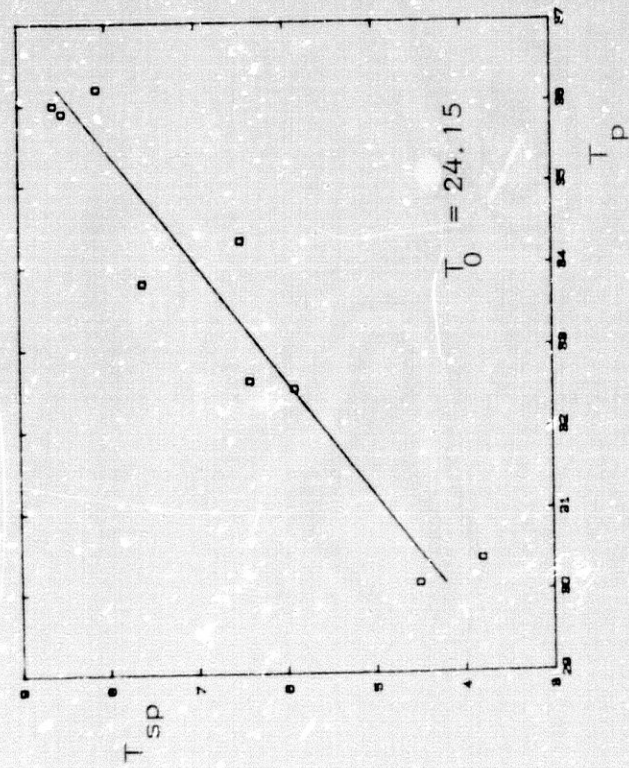


10 ABR 1965  
 $H_0 = 12.55$  42.62  
 (37.263N, 3.630W)  
 $z = 18.72$  Km.  
 $m = 2.6$

Fig. 9-47

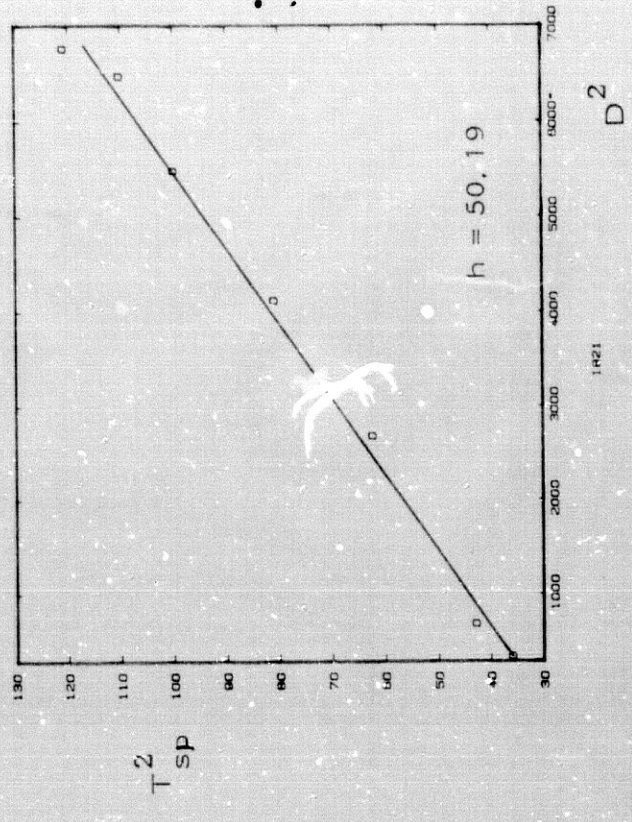
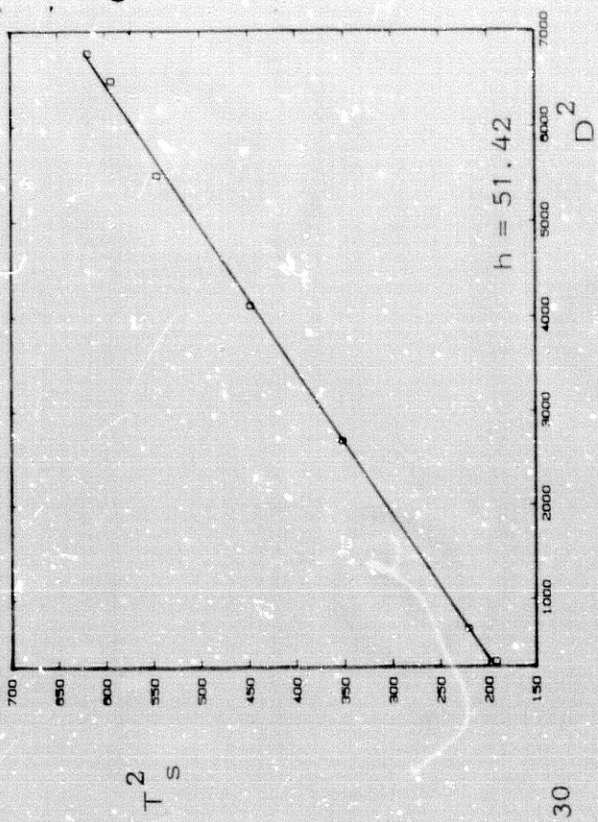






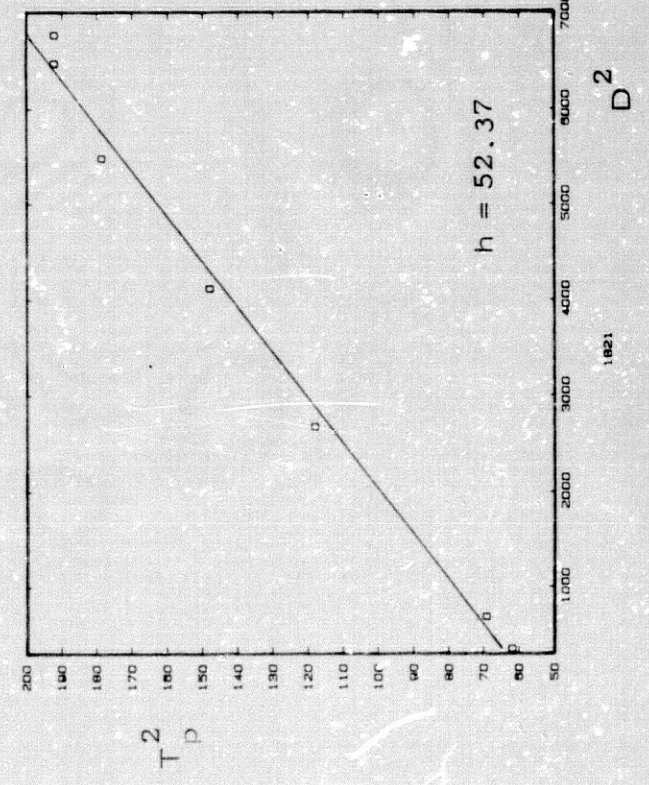
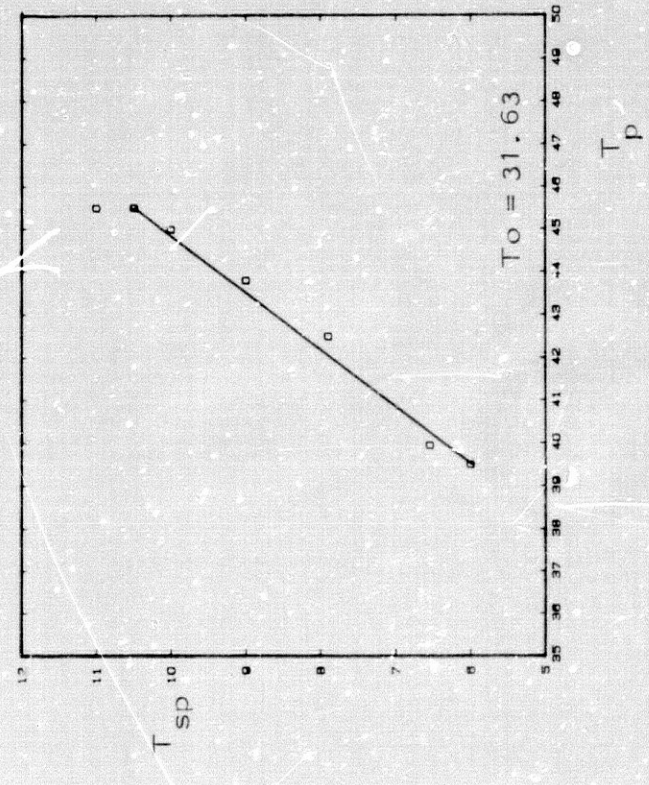
13 ENE 1986  
 Ho = 03 15 25. 01  
 (37. 223N, 4. 129W)  
 z = 31. 46 Km.  
 m = 3. 7

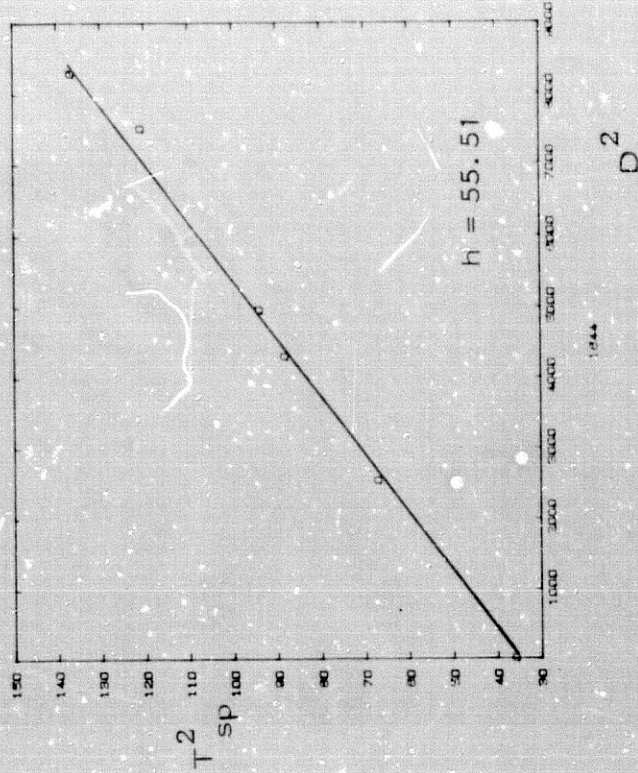
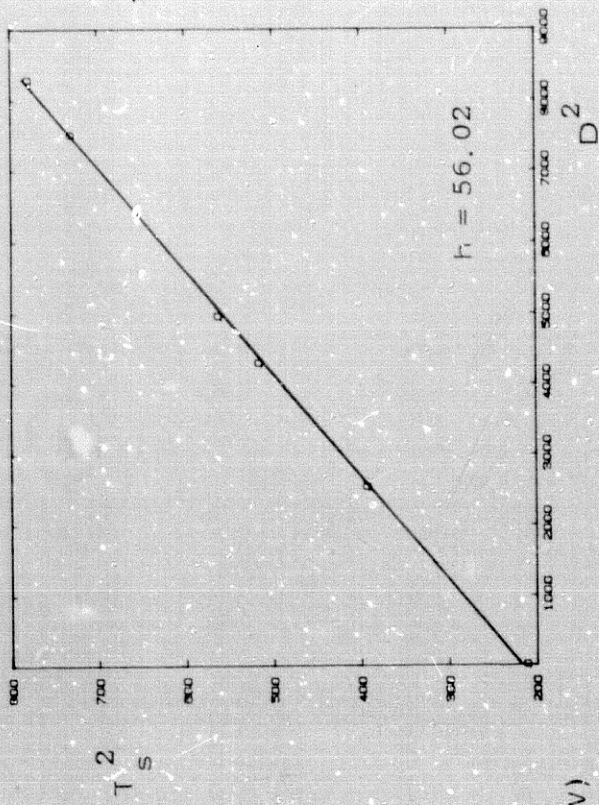
Fig. 9-48.



19 NOV 1985  
 Ho = 16 36 31.30  
 (36.734N, 4.204W)  
 z = 50.76 Km  
 m = 3.6

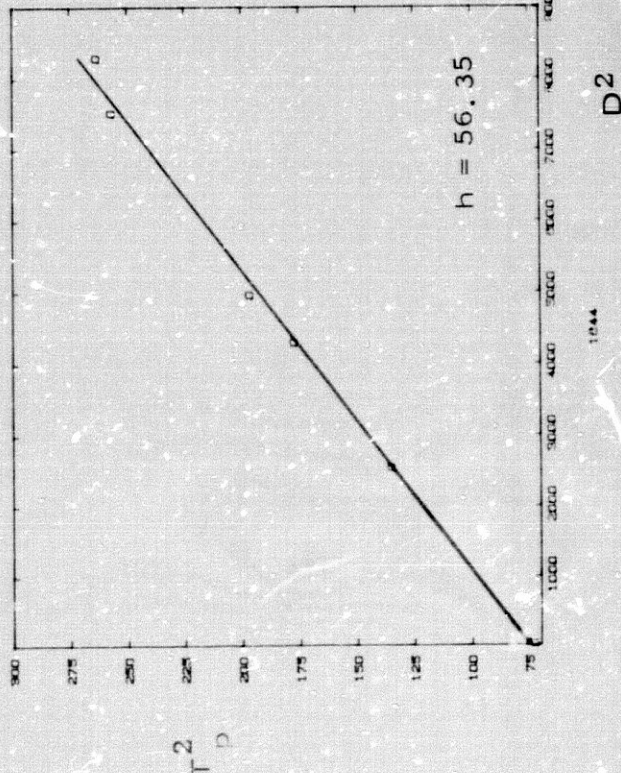
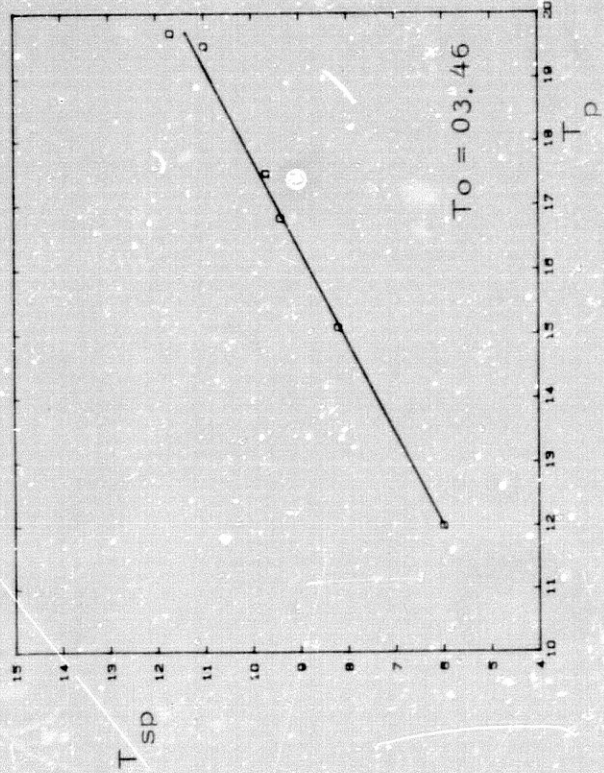
Fig. 9-49.





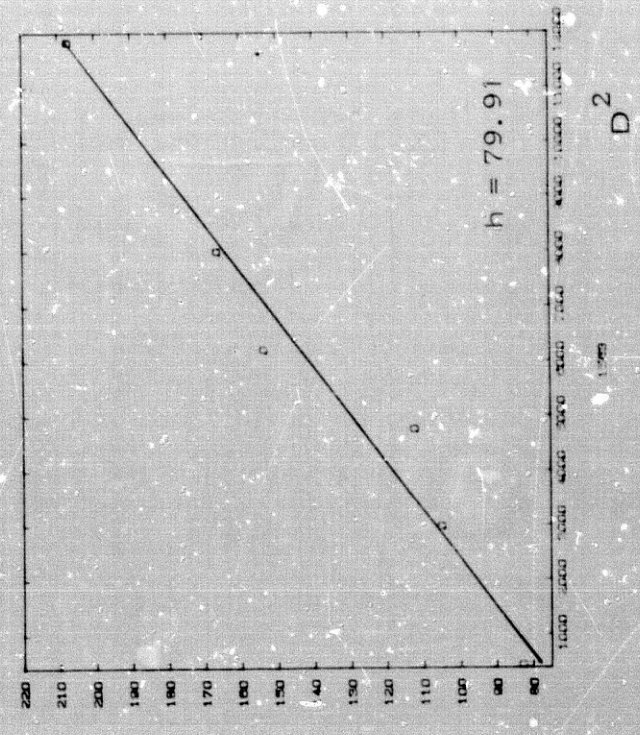
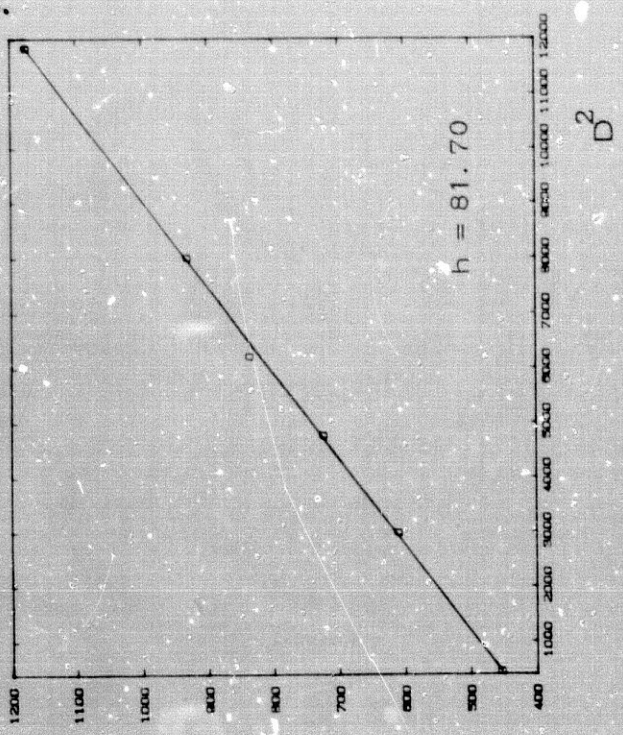
02 OCT 1985  
 Ho = 1174 04.37  
 (36.703N, 4.358W)  
 z = 50.46  
 m = 3.7

Fig. 9-50



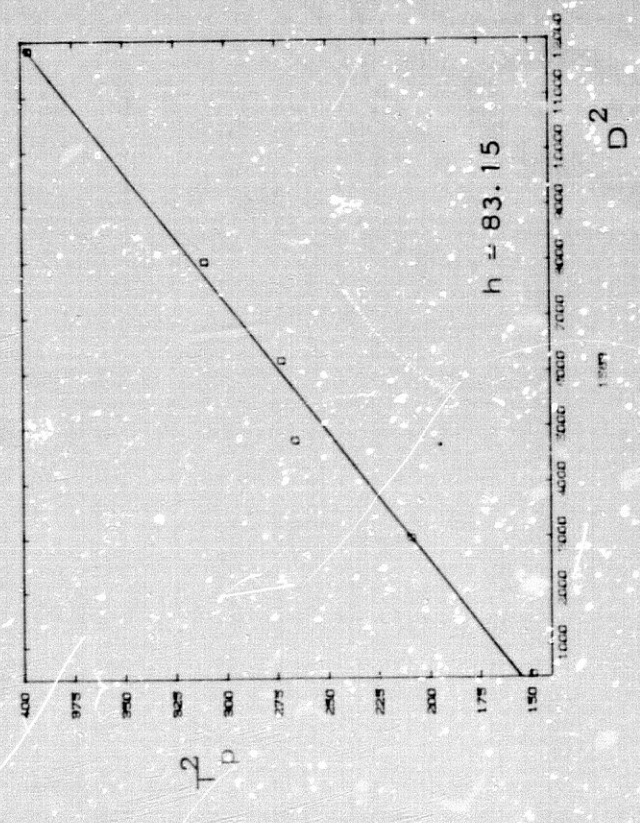
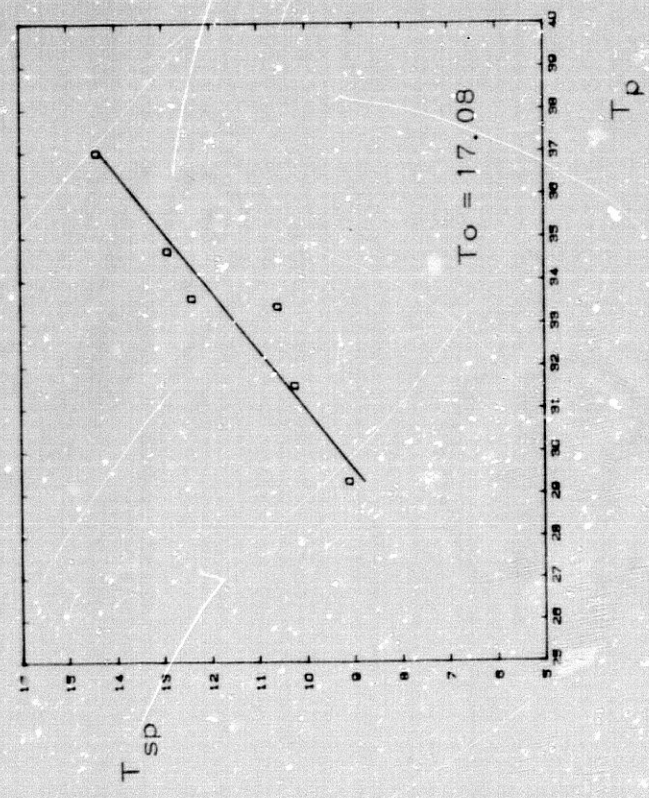
1044

D2



08 SEP 1985  
 HC = 16.09 17.84  
 (36.536N, 4.408W)  
 z = 79.56 Km  
 m = 3.0

Fig. 9-51.



## Sismicidad espacial Béticas-Alborán

En la Fig. 9-50 idem que la anterior, obteniéndose  $V_p/V_s=1.71$ ,  $V_p=6.51$  Km/s y  $V_s=3.81$  Km/s.

Por último en la Fig. 9-51 tenemos un ejemplo de sismo intermedio ( $h=80$  Km) y con una razón  $V_p/V_s=1.73$ , y  $V_p=6.87$  Km/s y  $V_s=3.96$  Km/s.

Esto mismo se ha hecho con 54 terremotos para comprobar las profundidades calculadas y chequear el modelo de velocidades utilizado en el programa de localización (Vidal et al, 1986). En la Tabla 9-IX aparecen comparadas las profundidades obtenidas con el programa LOCITR y las técnicas TP2 D2, TS2 D2 y TSP2 D2 y en las Fig. 9-52, 9-53, 9-54 y 9-55 los diagramas de comparación Wadati - LOCITR para distintas profundidades del conjunto de sismos analizados. Es notorio que para los tres métodos existe una tendencia a quedarse un poco más corta la profundidad computada con LOCITR.

TABLA 9 - IX

Comparación de las profundidades  
calculadas con los distintos métodos.

LOC	TF2	TS2	TFS2
41.15	38.89	38.99	39.14
31.27	38.58	38.12	37.42
68.31	79.26	79.19	79.08
79.56	83.15	81.70	79.91
52.88	63.94	62.34	60.27
65.28	76.06	74.70	77.65
50.61	56.35	56.02	55.51
70.81	83.99	82.33	79.40
39.16	56.23	57.70	59.91
50.29	94.70	92.81	89.89
39.12	43.83	43.96	44.13
50.76	52.37	51.42	50.19
58.97	70.32	65.77	57.53
66.95	82.04	81.34	80.13
71.23	79.50	79.56	79.66
54.44	52.32	51.33	50.16
36.09	30.99	31.29	31.74
81.14	85.20	83.13	80.54
41.89	58.82	57.84	56.50
54.79	57.09	54.06	50.61
48.89	61.75	61.57	61.31
81.34	102.61	99.15	89.00
75.57	83.81	83.64	83.42
10.39	13.91	15.07	16.75
14.75	16.60	15.91	15.03
10.82	12.37	11.98	11.50
11.13	14.72	15.33	16.26
31.46	33.75	33.53	33.39
18.72	18.83	18.80	18.75
13.00	16.75	16.98	17.31
16.91	19.59	19.77	20.74
10.91	15.74	13.98	11.57
11.91	16.82	14.91	12.07
16.05	21.34	20.15	18.34
12.47	12.40	16.65	21.73
11.30	13.95	12.73	11.08
11.70	14.93	16.10	17.72
12.56	9.62	8.42	6.52
12.49	13.89	15.55	17.73
12.52	14.34	13.86	13.26
12.99	14.99	13.39	11.43
19.54	23.21	22.59	21.69
18.78	16.76	17.84	19.24
19.39	21.44	20.83	20.03
11.95	14.36	14.20	13.98
14.29	16.83	17.64	18.83
11.19	16.33	16.33	16.33
12.99	14.13	14.68	15.42
17.29	21.33	21.00	20.51
12.38	11.18	10.85	10.96
11.69	16.06	15.04	13.54
11.30	15.25	16.73	18.68
19.16	19.93	19.64	19.31
16.54	20.54	20.41	20.28

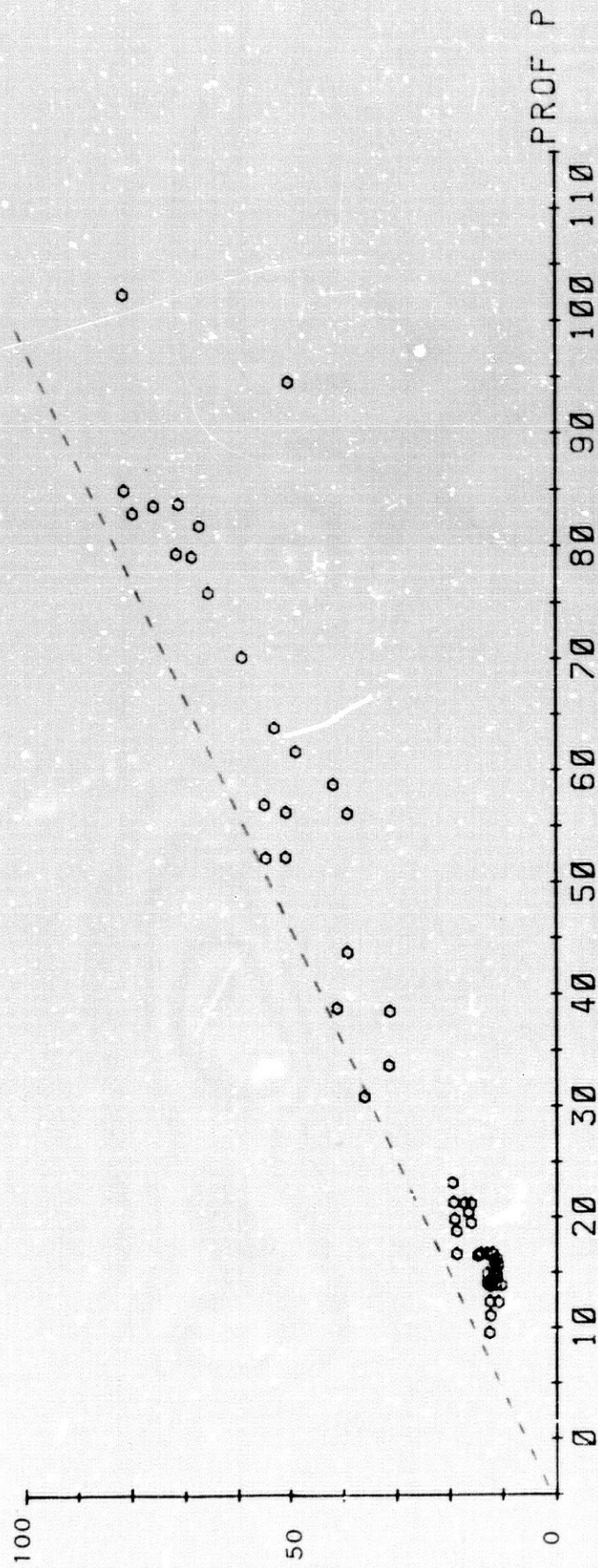


Fig. 9-52. - Representación de la profundidad obtenida con LOCITR frente a la de TP2 D2.

La línea de trazos correspondería a profundidades iguales obtenidas con ambos métodos.  
(Igual en figuras siguientes).

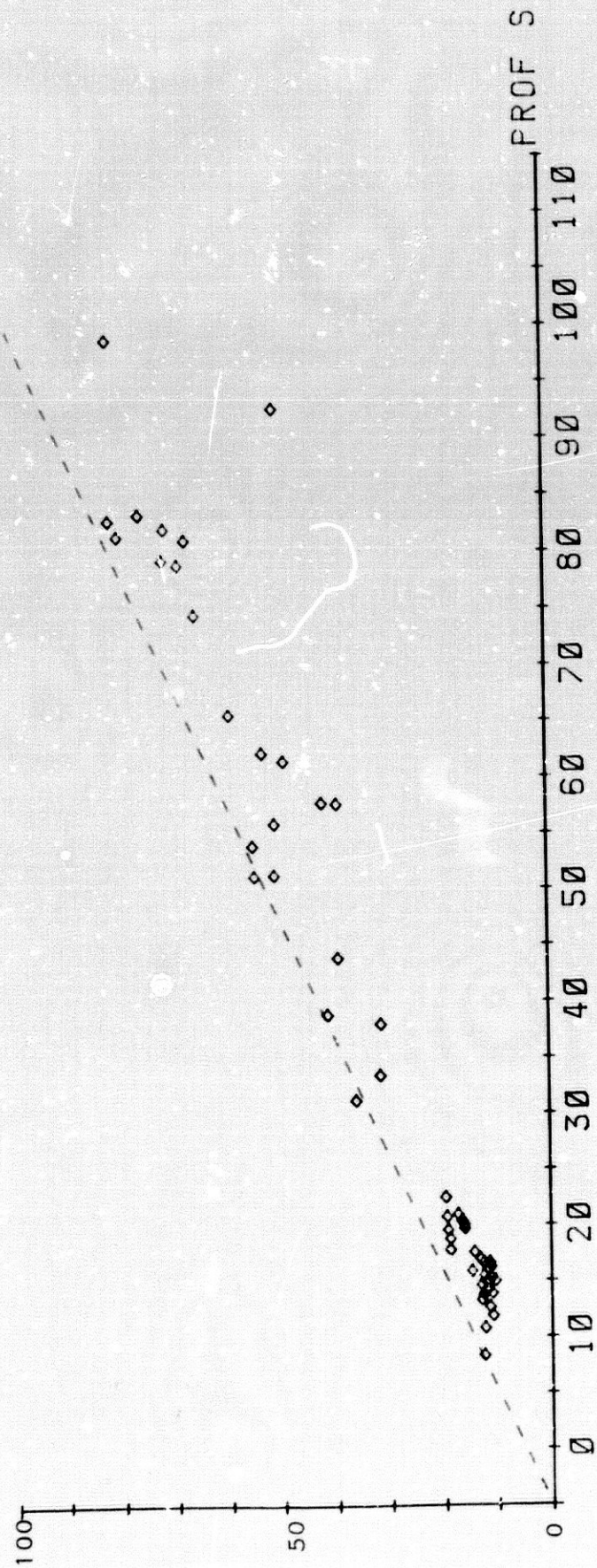


Fig. 9-53. - Representación de la profundidad obtenida con LOCITR frente a la de TS2 D2.



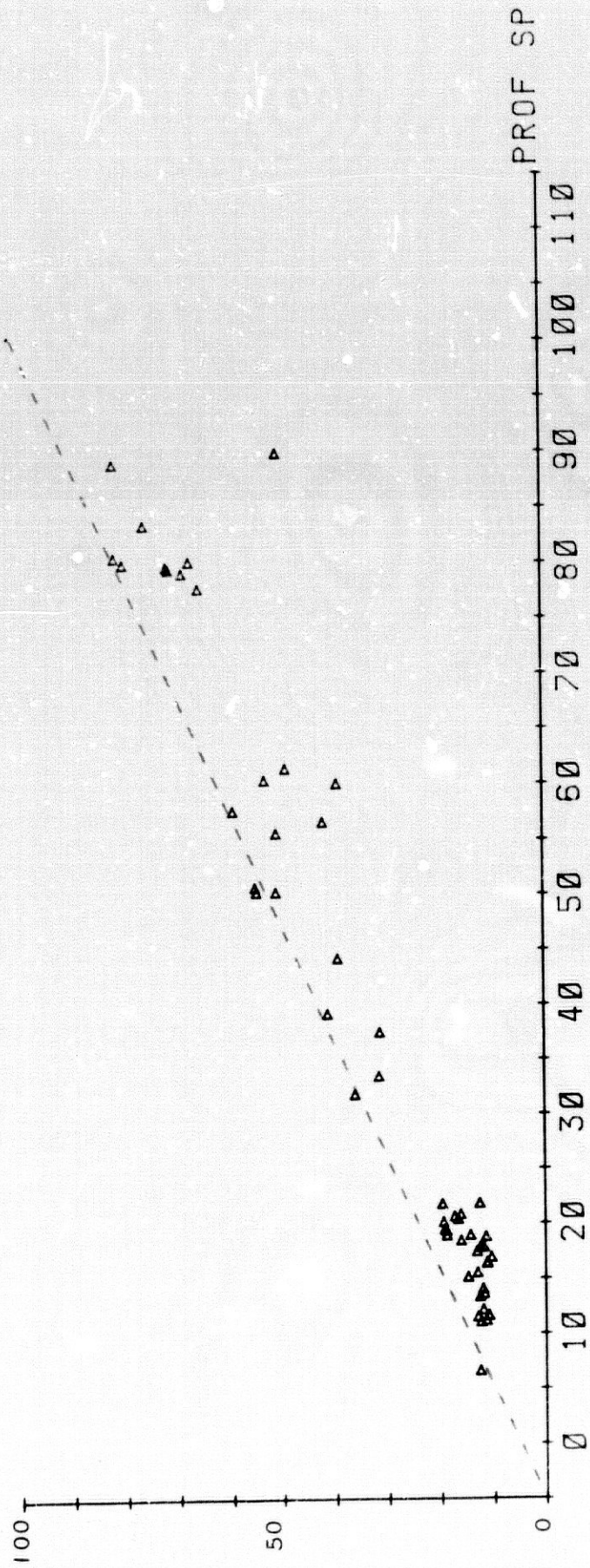


Fig. 9-54. - Representación de la profundidad obtenida con LOCITR frente a TSP2 D2.

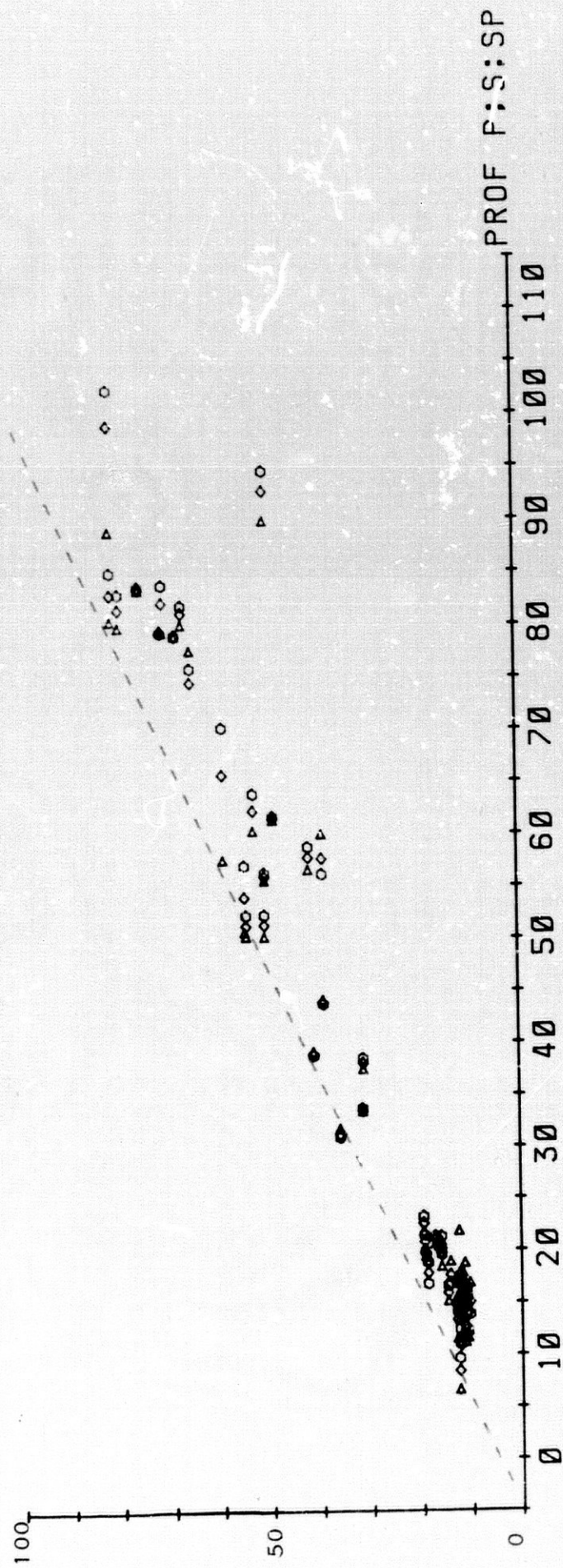


Fig. 9 - 55. - Representación de la profundidad obtenida con LOCITR respecto a la determinada con TP2 D2 (exágonos), TS2 D2 (rombos) y TSP2 D2 (triángulos).

CAPITULO X

MECANISMOS FOCALES DE

TERREMOTOS DE LA

REGION BETICAS-ALBORAN.

## CAPITULO X

# MECANISMOS FOCALES DE TERREMOTOS DE LA REGION BETICAS-ALBORAN.

### INTRODUCCION

El modelo mecánico del rebote elástico, propuesto por Reid (1910) para el sismo californiano de 1906 es aceptado para explicar la génesis de los terremotos. Tras una acumulación lenta de deformación, la roca llega al límite de resistencia a los esfuerzos de cizalla producidos por la deformación, ocurriendo la fracturación y por tanto una relajación rápida de esfuerzos. Esta teoría, que supone que los terremotos son causados por fallas, explica la simetría cuadrupolar del primer movimiento de ondas P, y que el fallamiento no es un efecto, como argüía Erickson (1963), sino el mecanismo generador.

Si los terremotos son causados por fracturación, es posible deducir la naturaleza del desplazamiento de la falla a partir de un conjunto de sismogramas y de ahí la naturaleza de los esfuerzos que deforman la región (Lee y Stewart, 1981).

Una revisión de los estudios del cálculo de mecanismos focales puede verse p.e. en Honda (1957, 1962) y Udias (1980, 1985).

Los métodos que generalmente se emplean en el cálculo del mecanismo focal de terremotos están basados en las polaridades del primer impulso de ondas P. Usando ondas P se desarrollaron varios programas de cálculo, como p.e. Knopoff (1961), Kasahara (1963), Wickens y Hodgson (1967) y Keilis-Borok et al. (1972). Otros programas de computador utilizan datos de ángulos de polarización de ondas S como p.e. Udias (1964), Hirasawa (1966) y Stevens (1967); otros usan conjuntamente datos P y S, como p.e. Udias y Baumann (1969), Chandra (1971), Dillinger et al. (1972), Keilis-Borok et al. (1972), Buforn y Udias (1984).

## Mecanismos focales Béticas-Alborán.

## MECANISMO FOCAL Y MODELOS DE RADIACION.

El modelo matemático más simple de representación de la fuente sísmica es el de fuente puntual. Este supone que la fuerza resultante que actúa sobre un punto es el límite de las fuerzas aplicadas sobre un cierto volumen cuando éste tiende a cero.

Supongamos un sólido elástico infinito, no perturbado para  $t < 0$ , en el que se aplica una fuerza  $f(t)$  en el origen del sistema de coordenadas en la dirección de X positivo, el campo de desplazamientos para  $t > 0$ , obtenidos por Maruyana (1968) siguiendo Keilis-Borok (1950) son:

$$u = \frac{1}{4\pi\rho} \left[ \frac{\partial^2}{\partial x^2} (\phi - \psi) + \nabla^2 \psi \right]$$

$$v = \frac{1}{4\pi\rho} \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} (\phi - \psi)$$

$$w = \frac{1}{4\pi\rho} \frac{\partial^2}{\partial x \partial z} (\phi - \psi)$$

donde  $u, v, w$ , son los componentes del desplazamiento en las direcciones  $x, y, z$  respectivamente,  $\rho$  es la densidad, y  $\phi$  y  $\psi$  representan ondas esféricas de la forma:

$$\phi = \frac{1}{r} F \left( t - \frac{r}{V_p} \right)$$

$$\psi = \frac{1}{r} F \left( t - \frac{r}{V_s} \right)$$

que se propagan a una distancia  $r$  con las velocidades de las ondas P ( $V_p$ ) y S ( $V_s$ ), y  $F(t)$  está relacionado con  $f(t)$ :

$$f(t) = \frac{d^2 F(t)}{dt^2}$$

## Mecanismos focales Béticas-Alborán.

Este modelo es improbable que ocurra en un sismo natural.

El modelo de par de fuerzas, o tipo I, que supone dos fuerzas paralelas y de sentidos opuestos, aplicadas a muy pequeña distancia del origen, tiene un campo de desplazamiento (Kasahara, 1981):

$$u = \frac{1}{4\pi\rho} \left[ \frac{\partial^3}{\partial x^2 \partial y} (\phi - \psi) + \frac{\partial}{\partial y} 2\psi \right]$$

$$v = \frac{1}{4\pi\rho} \frac{\partial^3}{\partial x \partial y^2} (\phi - \psi)$$

$$w = \frac{1}{4\pi\rho} \frac{\partial^3}{\partial x \partial y \partial z} (\phi - \psi)$$

donde  $f(t)$  es ahora el par de fuerzas.

El modelo de par de fuerzas doble, sin momento resultante o tipo II, o su equivalente de 2 pares de fuerzas (tensión y compresión), de igual magnitud y perpendicular uno a otro, tiene un campo de desplazamiento (si las fuerzas son paralelas a los ejes  $x$  e  $y$  respectivamente):

$$u = \frac{-1}{4\pi\rho} \left[ 2 \frac{\partial^3}{\partial x^2 \partial y} (\phi - \psi) + \frac{\partial}{\partial y} \nabla^2 \psi \right]$$

$$v = \frac{-1}{4\pi\rho} \left[ 2 \frac{\partial^3}{\partial x \partial y^2} (\phi - \psi) + \frac{\partial}{\partial x} \nabla^2 \psi \right]$$

$$w = \frac{-1}{4\pi\rho} \left[ 2 \frac{\partial^3}{\partial x \partial y \partial z} (\phi - \psi) \right]$$

El modelo del doble par de fuerzas es equivalente al de una fractura de cizalla, y es el utilizado normalmente en interpretaciones de datos P y S. Este modelo es el que se empleará aquí.

## Mecanismos focales Béticas-Alborán.

Despreciando en las ecuaciones anteriores los términos proporcionales a  $1/r^2$  y  $1/r^3$ , que contribuyen poco a distancias grandes, obtenemos para las ondas P, en el caso del doble par de fuerzas:

$$u = \frac{1}{4\pi\rho} \frac{1}{V_p^3} \frac{2x^2y}{r^3} \frac{1}{r} f' \left( t - \frac{r}{V_p} \right)$$

$$v = \frac{1}{4\pi\rho} \frac{1}{V_p^3} \frac{2xy^2}{r^3} \frac{1}{r} f' \left( t - \frac{r}{V_p} \right)$$

$$w = \frac{1}{4\pi\rho} \frac{1}{V_p^3} \frac{2xyz}{r^3} \frac{1}{r} f' \left( t - \frac{r}{V_p} \right)$$

y si se transforman las coordenadas cartesianas  $(x, y, z)$  en coordenadas polares  $(r, \theta, \varphi)$  tenemos:

$$x = r \operatorname{sen} \theta \cos \varphi$$

$$y = r \operatorname{sen} \theta \operatorname{sen} \varphi$$

$$z = r \cos \theta$$

Combinando los campos de desplazamientos de P y S, el campo de desplazamiento resultante será entonces:

$$U_r = \frac{1}{4\pi\rho} \frac{1}{V_p^3} \frac{1}{r} f' \left( t - \frac{r}{V_p} \right) \operatorname{sen}^2 \theta \operatorname{sen} 2\varphi$$

$$U_\theta = \frac{1}{4\pi\rho} \frac{1}{V_s^3} \frac{1}{r} f' \left( t - \frac{r}{V_s} \right) \operatorname{sen} \theta \cos \theta \operatorname{sen} 2\varphi$$

$$U_\varphi = \frac{1}{4\pi\rho} \frac{1}{V_s^3} \frac{1}{r} f' \left( t - \frac{r}{V_s} \right) \operatorname{sen} \theta \cos 2\varphi$$

Correspondiendo  $U_r$  a la onda P y  $U_\theta$  y  $U_\varphi$  a la onda S.

## Mecanismos focales Béticas-Alborán.

## METODO EMPLEADO.

Aquí se ha utilizado el signo del primer impulso de la onda P para la determinación del mecanismo focal y una proyección de igual área (o de Schmidt) de la esfera focal, para la representación de los planos nodales y los ejes B, T y P (ejes principales del tensor momento). Si el plano de falla es un plano de cizalla máxima, entonces estos ejes son también los ejes principales de esfuerzos, representando P el de máximo esfuerzo compresivo y T el de máximo esfuerzo distensivo. B es denominado eje nulo.

El método aplicado aquí es el descrito por Guirao y Vidal (1984). Se ha realizado una versión (CALMEC) del programa allí descrito, adaptándolo a un computador PDP 11/23 plus. CALMEC busca sistemáticamente las soluciones compatibles con la serie de datos observados, con una técnica similar a la empleada en los programas de Guinn y Long (1977), Guinn (1980), Guirao (1983) Tzeng y Long (1982), Snoke et al (1984) y Teague et al (1986) (utilizándose además las razones de amplitudes (SV/P)<sub>z</sub> en los tres últimos).

El criterio para considerar válida una solución consiste en que sus correspondientes planos nodales separen las compresiones de las dilataciones admitiendo un número de datos inconsistentes.

Los datos de entrada del programa son: el número N de primeras llegadas, siglas de la estación, su acimut  $az^i$ , su ángulo de emergencia  $io^i$ , su peso  $S^i$  (+1 para compresión y -1 para dilatación), normalizado de forma que  $\sum |S^i| = N$ , y por último el número E de errores permitidos en las soluciones y el número de grados n que tendrá la malla de posiciones de B.

Los datos se pasan al hemisferio inferior tal como se hace p.e. en el programa HYP0 71 (Lee y Lahr, 1975) y a un sistema rectangular de coordenadas (X1, X2, X3), tal que X1 está en la dirección Norte, X2 en la del Este y X3 en la de la vertical hacia abajo (Fig 10-1), según:

$$\begin{aligned} X1 &= \cos (az^i) \cdot \text{sen} (io^i) \\ X2 &= \text{sen} (az^i) \cdot \text{sen} (io^i) \\ X3 &= \cos (io^i) \end{aligned}$$



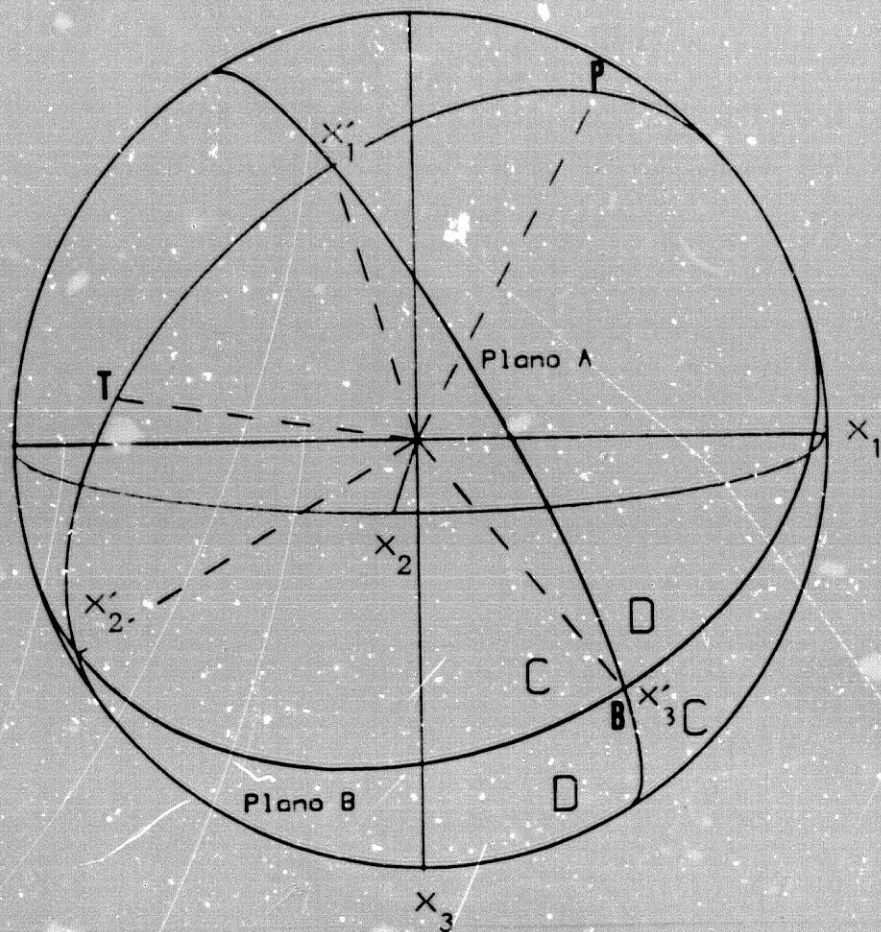


Fig. 10 - 1. — Geometría del problema.

## Mecanismos focales Béticas-Alborán.

A continuación se establece una malla de posiciones discretas, espaciadas de  $n$  en  $n$  grados, que cubre todo el hemisferio inferior de la esfera focal. En cada nudo de la malla se ensayan las soluciones con un eje B en esa posición. Para ello, en cada nudo de la malla se establece un nuevo sistema rectangular de coordenadas móvil ( $X_1'$ ,  $X_2'$ ,  $X_3'$ ) tal que  $X_3'$  coincide con el eje B y los ejes  $X_1'$  y  $X_2'$  están contenidos en los planos nodales (Fig 10-1). Para el cambio del sistema fijo al sistema móvil, se usa una matriz A obtenida según:

$$A = C \cdot B$$

siendo

$$C = \begin{pmatrix} -\cos \tau_3 & \sin \tau_3 & 0 \\ -\sin \tau_3 & -\cos \tau_3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

y

$$B = \begin{pmatrix} \cos \tau_1 \cdot \cos \psi_1 & \sin \tau_1 \cdot \cos \psi_1 & \sin \psi_1 \\ \cos \tau_2 \cdot \cos \psi_2 & \sin \tau_2 \cdot \cos \psi_2 & \sin \psi_2 \\ \cos \tau_3 \cdot \cos \psi_3 & \sin \tau_3 \cdot \cos \psi_3 & \sin \psi_3 \end{pmatrix}$$

donde:

$$\tau_3 = \text{ángulo que forma el eje } X_3 \text{ con la horizontal}$$

$$\tau_2 = \tau_3 - \pi/2$$

$$\tau_1 = \tau_3 - \pi$$

y

$$\psi_3 = \text{azimut del eje } X_3$$

$$\psi_2 = 0$$

$$\psi_1 = \pi/2 - \psi_3$$

## Mecanismos focales Béticas-Alborán.

La matriz C sirve para corregir un giro indeseado alrededor del eje X3' (Herrmann, 1975). Así el cambio de coordenadas es:

$$X_j^i = \sum_{k=1}^3 A_{jk} X_k \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ j, k = 1, 2, 3. \end{array}$$

con los datos ya en el sistema propio de la solución. (Una descripción detallada de la geometría del foco y de los cambios de coordenadas puede verse en Udias, 1972). Para comprobar si esta solución es válida se calculan los ángulos que forman las proyecciones de los datos sobre el plano  $X_3' = 0$  con el eje  $X_1'$ , para ver en que cuadrante del sistema  $(X_1', X_2', X_3')$  están:

$$\alpha^i = \text{arc tang} (X_2^i / X_1^i)$$

y se calcula el parámetro R, cuyo valor absoluto es el número de datos consistentes con la solución que se está probando:

$$R = \sum_{i=1}^N S^i \cdot r^i$$

donde  $r^i = +1$ , si  $\alpha^i$  corresponde al primer o tercer cuadrante y  $r = -1$  para los restantes.

Si  $|R| > N - 2\epsilon$  la solución es válida y  $(N - |R|)/2$  es el número de datos inconsistentes en esa solución. Un valor de R positivo indica compresiones en el primer y tercer cuadrante y dilataciones en el segundo y cuarto, y viceversa si R es negativo.

Para probar todas las posibles soluciones que tienen el eje B en la misma posición de la malla, se efectúa un giro de cinco grados del sistema  $(X_1', X_2', X_3')$  alrededor del eje  $X_3'$  que queda fijo, lo cual equivale a sumar cinco grados a cada  $\alpha^i$ , y se vuelve a calcular el parámetro R para comprobar si la nueva solución es válida, y así sucesivamente hasta completar 90 grados de giro, que es suficiente debido a la simetría del problema.

## Mecanismos focales Béticas-Alborán.

Las coordenadas en el sistema móvil de los ejes P y T de cada una de las soluciones son:

$$\begin{aligned} X'_1 &= \cos \lambda \\ X'_2 &= \operatorname{sen} \lambda && \text{eje T} \\ X'_3 &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X'_1 &= \cos (\lambda + \pi/2) \\ X'_2 &= \operatorname{sen} (\lambda + \pi/2) && \text{eje P} \\ X'_3 &= 0 \end{aligned}$$

donde

$$\lambda = \operatorname{sgn}(R) \cdot \frac{\gamma}{4} + \Delta\theta$$

siendo  $\Delta\theta$  el valor total de la rotación alrededor del eje X3 y  $\operatorname{sgn}(R)$  el signo de R.

Las soluciones válidas se pasan al sistema original (X1, X2, X3) mediante la matriz  $A^T$  que es igual a  $A^{-1}$  debido a la ortogonalidad de A.

$$X_j = \sum_{k=1}^3 A_{kj} X'_k \quad j = 1, 2, 3.$$

El eje B se calcula como:

$$B = T \times P.$$

De las coordenadas rectangulares de los ejes P, T y B obtenidos se calculan las correspondientes coordenadas esféricas para representarlos en una proyección de igual área del hemisferio inferior:

## Mecanismos focales Béticas-Alborán.

$$\theta = \text{arc tang} ( X2 / X1 )$$

$$\varphi = \text{arc cos} ( X3 )$$

CALMEC proporciona un fichero para trazar las soluciones en un "plotter", una salida de impresora de las soluciones calculadas y exhibe las soluciones en pantalla, con o sin dibujo de planos focales.

## LOS DATOS.

Los mecanismos calculados pertenecen a terremotos de  $m > 4.0$  de las Béticas-Alborán, del periodo 1950-1985, y a sismos de  $m < 4.0$  de las Béticas Centrales de los años 1984, 1985 y 1986, registrados estos últimos por un mayor número de estaciones cercanas.

La utilización tan sólo de datos P puede hacer que las soluciones calculadas sean ambiguas o incluso imposibles si la distribución acimutal de estaciones es pobre o las polaridades de las estaciones son inciertas (Lee y Stewart, 1981). Si además el número de estaciones es escaso, ha de recurrirse a calcular el mecanismo conjunto de aquellos sismos de una misma región espacio-temporalmente cercanos.

Una preocupación en éste análisis ha sido asegurar que los sentidos de los primeros movimientos leídos, correspondan a aquellos del movimiento real del suelo. Para el caso de sismos locales se ha comprobado la polaridad de las estaciones empleadas, utilizando incluso para asegurarnos terremotos muy lejanos.

La localización hipocentral ha de ser suficientemente precisa, sobre todo para sismos locales, y el modelo de tierra suficientemente realista, ya que de ellos dependen los datos de acimut e  $I_0$ .

En las dos series de datos aquí analizadas se han recalculado las coordenadas focales utilizando lecturas P y S, consiguiendo una precisión suficiente en ambos casos, obteniéndose así datos fiables de acimut y distancia epicentral.

Para el cálculo de los ángulos de emergencia en el caso de sismos de Béticas-Alborán, se han empleado las tablas de Ritsema (1958) para las estaciones situadas a distancias

## Mecanismos focales Béticas-Alborán.

mayores de 300 Km y para distancias menores los obtenidos con tiempos de recorrido (TT) del modelo de estructura regional.

En el caso de sismos locales se han empleado las TT del modelo de tierra utilizado en la localización. Para este caso pueden hacerse mejoras en la determinación de los mecanismos si se emplean modelos de tierra mas pormenorizados de la región o incluso utilizando modelos que incluyan capas con gradiente de velocidad (p.e. Udias, 1965).

Munsey y Bollinguer (1984) comprobaron que la calidad y tipo de soluciones de los mecanismos obtenidos con un modelo de capas planas y un modelo de gradientes de velocidad diferían poco para el caso de microterremotos registrados con una red local. Teague y Bollinguer (1984) comprobaron también la estabilidad de las soluciones si introducían pequeñas variaciones en el modelo de capas. No obstante, son los datos de los que habrán de revisarse cuando existan modelos mucho mas precisos de estructura regional de velocidades.

## LOS MECANISMOS DE TERREMOTOS DE BÉTICAS-ALBORÁN Y ÁREAS ADYACENTES.

La complejidad tectónica de la región Béticas-Alborán queda reflejada por la dispersión de soluciones de los mecanismos focales calculados por distintos autores como p.e. Udias et al (1976), McKenzie (1977), Girardin et al (1977), Hatzfeld (1978), Hatzfeld y Frogneux (1980), Mezcu et al (1980), Vidal et al (1982, 1983), Buforn (1983), Grimison y Chen (1986), etc. Esta complejidad queda expresada en la Fig 10-2, donde se han representado los ejes P de los mecanismos calculados anteriormente, comparando las soluciones con las determinadas áreas adyacentes: Golfo de Cádiz y Argelia (Vidal et al 1983).

Hay que tener en cuenta la baja magnitud de los terremotos de Béticas-Alborán cuyos mecanismos han sido calculados, por lo que las soluciones quedan muy condicionadas por las características estructurales locales y por los distintos tipos de esfuerzos presentes en el área. Además de los esfuerzos dominantes impuestos por la tectónica reciente y actual, influyen los debidos a las diferencias litosféricas del entorno circundante y los esfuerzos residuales de la historia geológica, tan importante en esta región. Esto ha de tenerse muy en cuenta al analizar mecanismos de baja y muy baja magnitud.

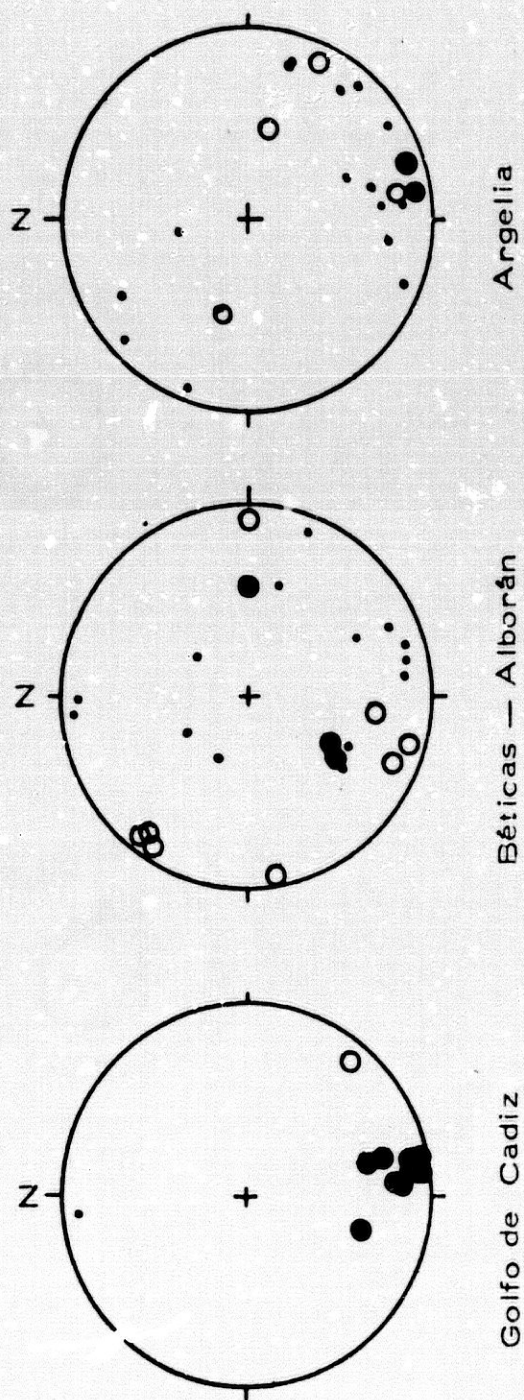


Fig. 10-2. Representación de los ejes P (máxima presión) de los mecanismos focales calculados en las áreas indicadas. Los símbolos representan la distinta magnitud de los sismos a los que pertenecen las soluciones: círculo negro =  $m \geq 6$ , círculo blanco =  $5 \leq m < 6$ , punto =  $m < 5$ .

### Mecanismos focales Béticas-Alborán.

En las páginas siguientes se mostrarán los mecanismos calculados nuevos, los calculados por otros autores y los recalculados con un mayor número de datos.

El mecanismo del terremoto del 19 de Mayo de 1951, de  $m=5.5$ , fué calculado por Chacón (1955) y posteriormente por Udías et al (1976)(Fig 10-3 ). El mecanismo aquí calculado (Fig 10-4) es igual al calculado por Udías et al (1976), corresponde a un fallamiento normal con componente de desgarre importante, con eje de tensión orientado NW-SE y eje de presión orientado SW-NE (ver soluciones).

El mecanismo del sismo profundo ( $h=630$  Km) del 29 de Marzo de 1954 fué calculado por Hodson y Cock (1956), Mckenzie (1972), Udías et al (1976), obteniendo todos un mecanismo focal similar (Fig 10-5 y 10-6), con un plano vertical NS y otro horizontal casi EW. Los ejes P y T están en la dirección EW. Chung y Kanamori (1976) (Fig 10-7) analizaron este sismo, que consideraron como un evento múltiple con un momento sísmico total de  $7 \times 10^{20}$  N.m., formado por una secuencia de 6 a 10 eventos simples, de los que los 2 primeros tienen un mismo plano de falla (el NS), obtenido por Hodson y Cock y los restantes no fueron determinados sus mecanismos.

El mecanismo del terremoto del 9 de Septiembre de 1954, de magnitud 6.7 (conocido como terremoto de Orleansville) fué determinado por McKenzie (1972) (Fig 10-8). Se ha recalculado el mecanismo (Fig 10-9) de este terremoto por su importancia, mostrando una solución de falla inversa, solución similar a la obtenida por McKenzie, pero con una dirección de P algo distinta NNW-SSE a NW-SE y mas parecida a la obtenida por Ouyed et al (1981) para el sismo de Asnam de 1980 en la misma zona. Existe una buena concordancia entre el mecanismo focal recalculado y la tectónica visible en superficie actualmente, debiendo reconsiderarse las observaciones hechas por Rothé (1953), a la luz de los últimos trabajos de campo realizados, tectónicos y sismotectónicos realizados, como p.e. Ouyed et al (1981), Cisternas et al (1982), Hatzfeld y Ouyed (1982), etc.

Se ha intentado calcular el dominio de soluciones compatibles con un número escaso de datos de varios sismos: 10 de Septiembre de 1954 (36.6 N, 1.2 E), cuyas soluciones corresponden a falla normal, con eje T de dirección aproximada EW (Fig 10-10) y el de 5 de Junio de 1955 (36.3 N, 1.5 E), también con mecanismo de falla normal con componente de desgarre (Fig 10-11). En ambos casos las soluciones no quedan suficientemente restringidas, aunque si corresponden a fallamientos normales.



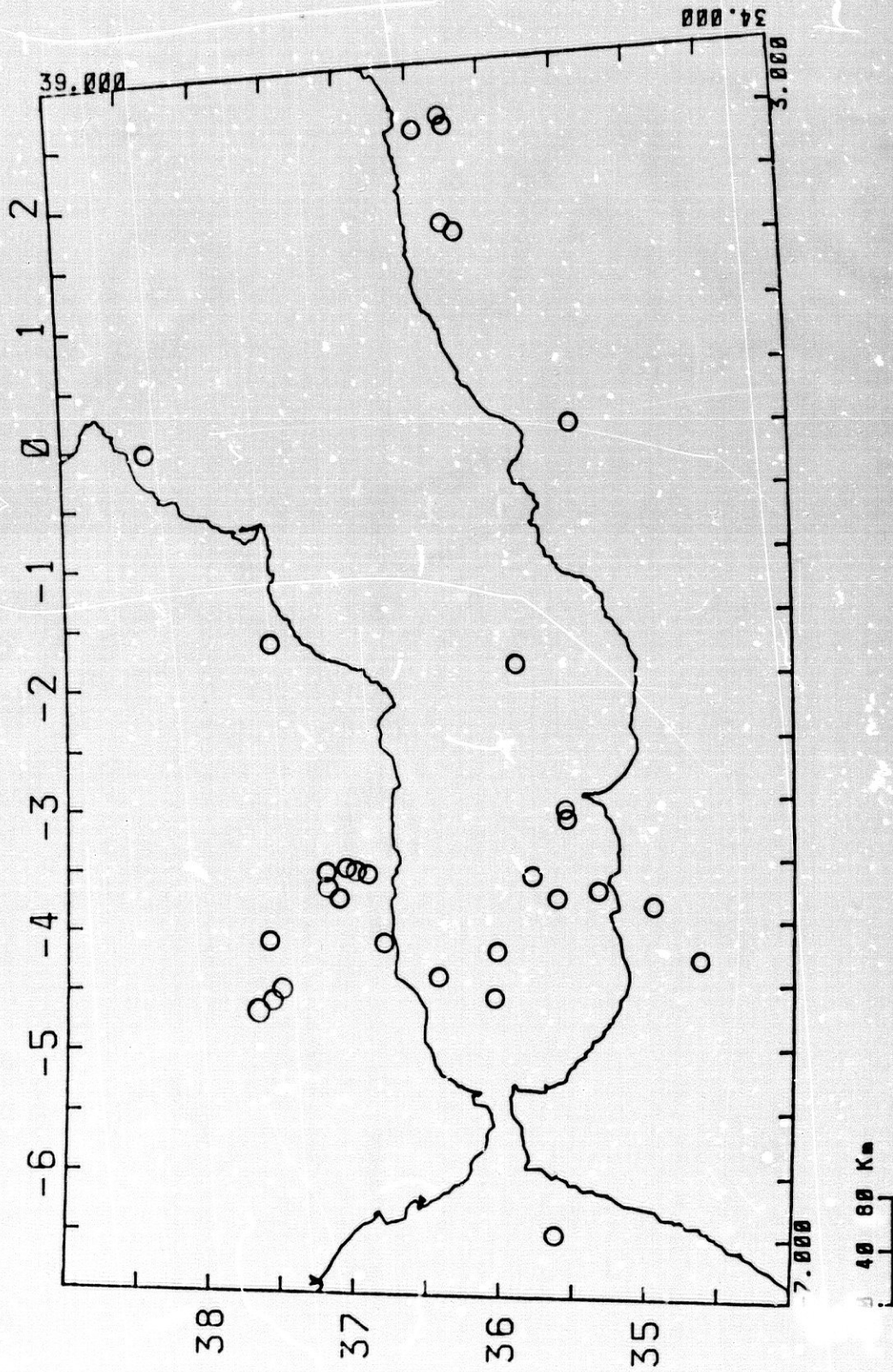
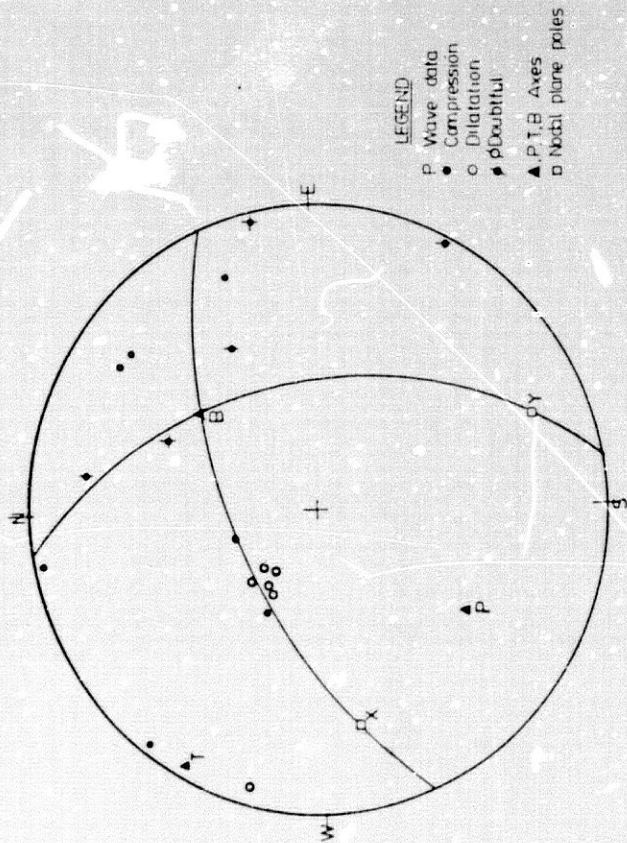


Fig. 10-3. Epicentros de los terremotos con  $m \geq 4.0$  de la región Béticas-Alborán, cuyos mecanismos han sido calculados.



LEGEND

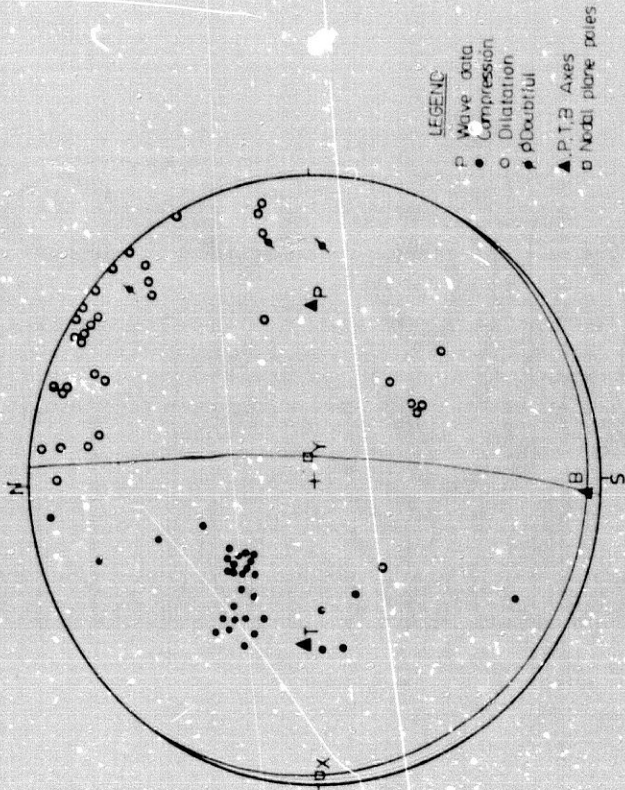
- P Wave data
- Compression
- Dilatation
- ◊ Doubtful
- ▲ P.T.B Axes
- Nodal plane poles

19-May-1951

(38.1N, 03.7W)  
 $H_0=15$  54 24.0  
 $h=N$   
 $m=(6)$

PLANOS	EJES				
	I	II	P	T	B
1	68 E	07 W	208	301	
2	66NW	57NE	40	04	

Fig. 10-3. Mecanismo focal del terremoto de 19 de Mayo de 1951. ( Udfas et al, 1976 )



LEGEND

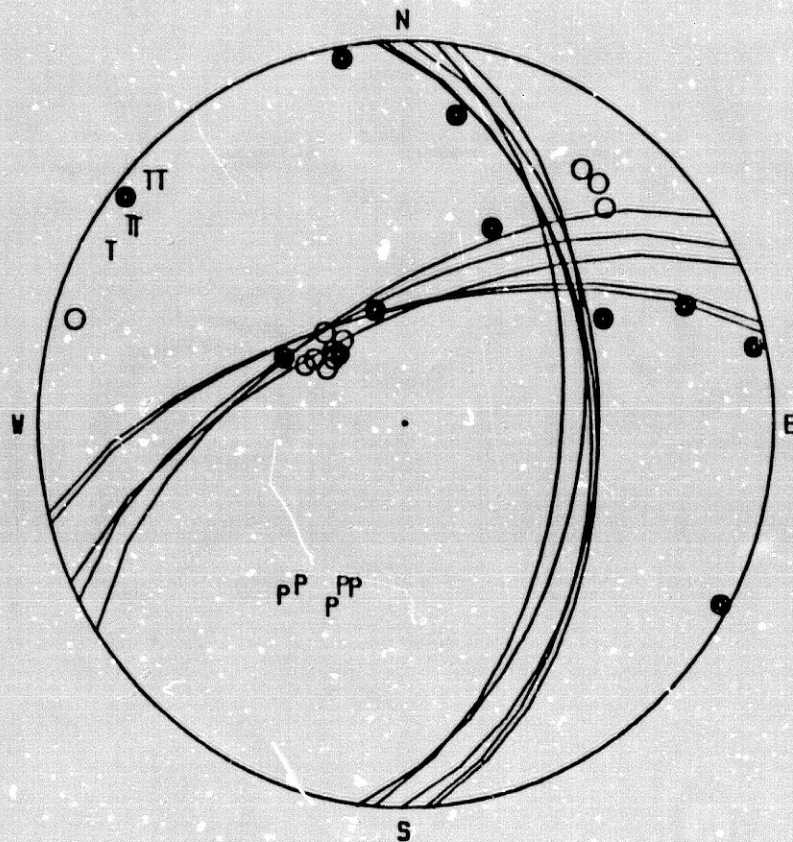
- P Wave data
- Compression
- Dilatation
- ◊ Doubtful
- ▲ P.T.B Axes
- Nodal plane poles

29-Mar-1954

(37.0N, 03.3 W)  
 $H_0=06$  17 05.0  
 $h=650$   
 $m=7$

PLANOS	EJES				
	I	II	P	T	B
1	30E	77W	89	276	
2	89E	03W	44	46	

Fig. 10-5. Mecanismo focal del terremoto profundo de 29 de Marzo de 1954. ( Udfas et al, 1976 )

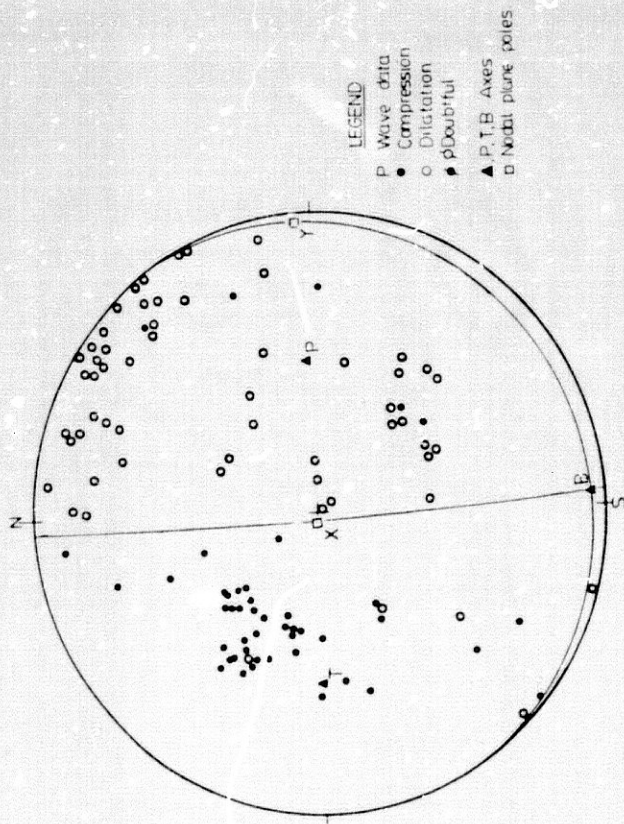


D19Y51.CYD

R19Y51.MEC

SOL	ERR	AZ T	DP T	AZ P	DP P	AZ B	DP B
1	3	312	6	216	44	49	45
2	3	305	12	202	47	45	40
3	3	314	9	213	48	52	40
4	3	299	9	196	53	36	35
5	3	305	10	201	53	42	35

Fig. 10-4. Mecanismo focal recalculado del terremoto de 19 de Mayo de 1951.



29-Mar-1954

(37.02N, 03.56W)  
 $H_0=06$  17 06.8  
 $h=630$   
 $m=7.2$

	PLANOS		EJES		
	I	II	P	T	B
$\psi$	40	178			
$\delta$	045E	88W			

Fig. 10-6. Mecanismo focal del terremoto profundo de 29 de Marzo de 1954. ( Mackenzie, 1972 )

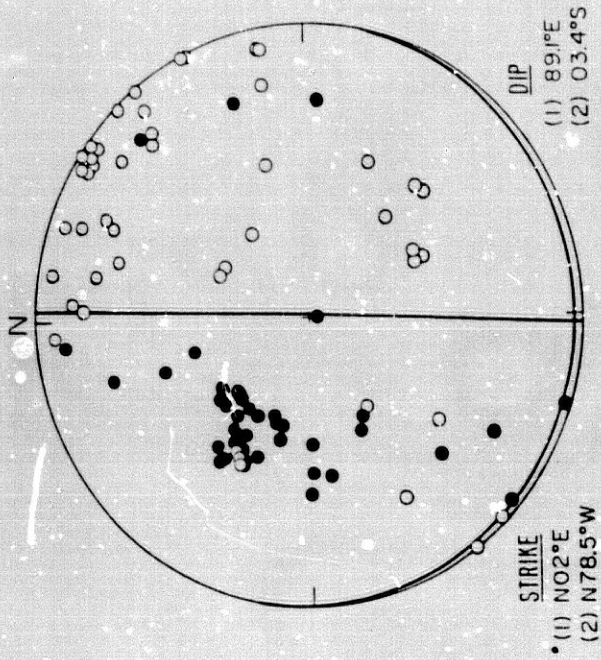
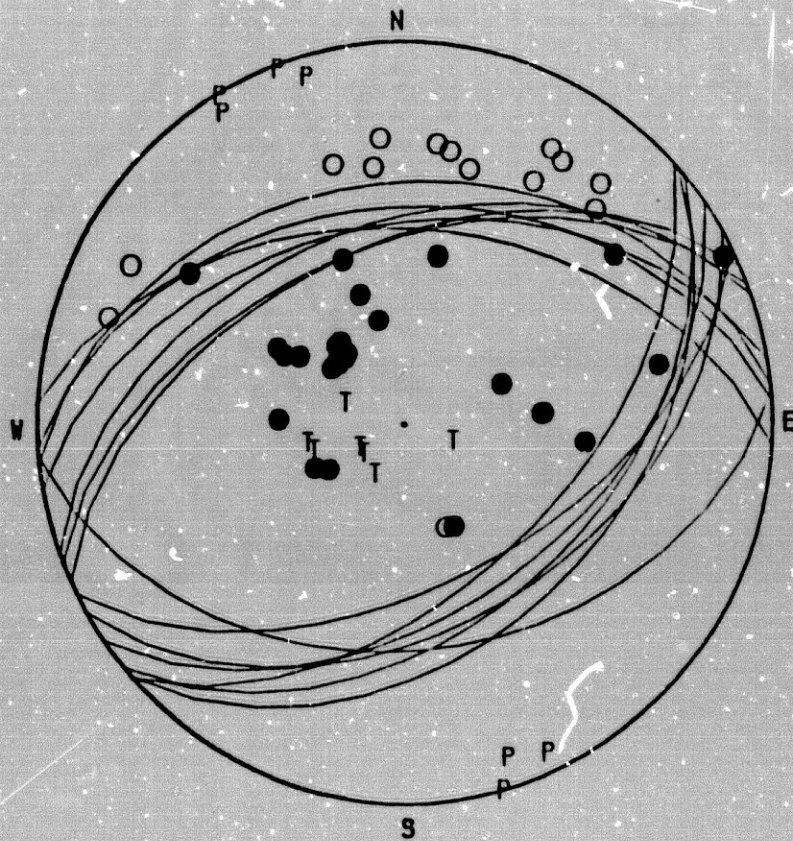


Fig. 10-7. Mecanismo focal del terremoto profundo del 29 de Marzo de 1954. ( Chung y Kanamori, 1976 )



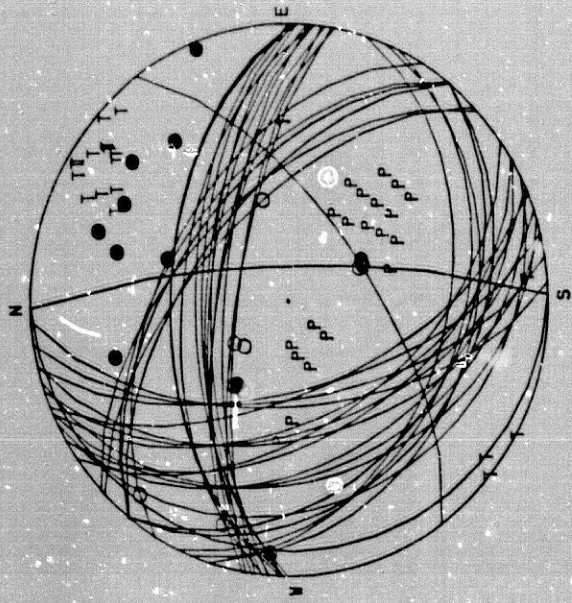


D09S54.CYD

S09S54.NEC

SOL	ERR	AZ T	DP T	AZ P	DP P	AZ B	DP B
1	4	261	69	156	5	63	20
2	4	256	70	164	0	74	20
3	4	235	80	330	0	60	10
4	4	210	78	329	5	60	10
5	4	293	76	162	8	71	10
6	4	244	79	340	1	71	10
7	4	105	78	344	6	253	10

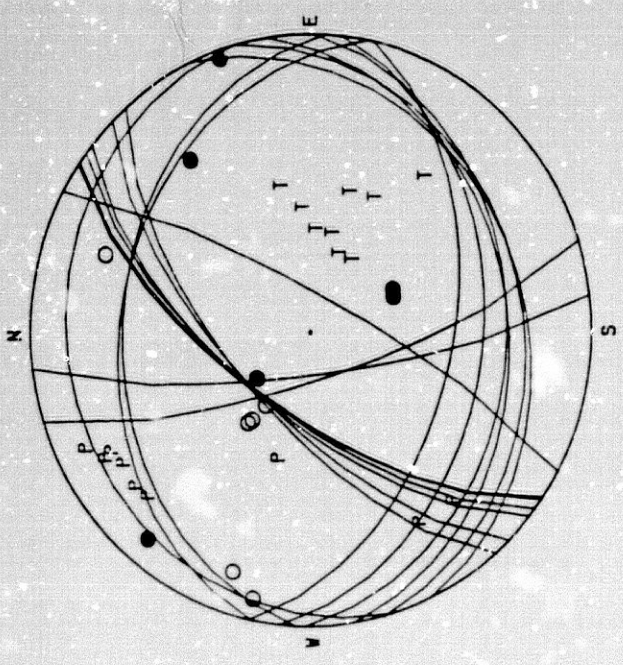
Fig. 10-9. Mecanismo focal recalculado del terremoto de Orleanville (Argelia) de Septiembre de 1954.



005J55.CYD

SOL	ERR	AZ	T	DP	T	AZ	P	DP	P	AZ	B	DP	B
1	3	44	2	135	39	311	50						
2	3	220	0	179	40	311	50						
3	3	148	5	142	49	311	50						
4	3	175	8	276	48	78	40						
5	3	39	11	142	48	300	40						
6	3	30	7	135	49	300	40						
7	3	33	3	127	49	300	40						
8	3	217	6	120	49	313	40						
9	3	32	22	153	50	288	30						
10	3	29	18	146	53	288	30						
11	3	27	14	139	56	288	30						
12	3	32	4	129	59	300	30						
13	3	210	0	119	60	300	30						
14	3	27	25	164	56	287	70						
15	3	30	6	267	77	121	10						
16	3	39	11	261	74	132	10						
17	3	39	16	251	70	132	10						
18	3	90	35	270	55	180	0						
19	3	40	10	220	75	310	0						
20	3	40	15	220	75	310	0						
21	3	90	35	270	55	130	0						
22	3	40	15	220	75	130	0						
23	3	40	10	220	80	130	0						
24	3	90	35	270	55	180	0						

S05J55.MEC



U14F56.CYD

SOL	ERR	AZ	T	DP	T	AZ	P	DP	P	AZ	B	DP	B
1	1	77	47	334	11	235	40						
2	1	85	54	330	16	239	30						
3	1	105	48	228	25	334	30						
4	1	115	47	239	26	346	30						
5	1	92	60	321	20	223	20						
6	1	102	61	331	19	234	20						
7	1	127	33	286	54	30	10						
8	1	109	66	317	21	223	10						
9	1	119	66	327	21	233	10						

P14F56.MEC

Fig. 10-12. Dominio de soluciones compatibles con los datos del terremoto de 14 de Febrero de 1956.

Fig. 10-11. Dominio de soluciones compatibles con los datos del terremoto argentino de 5 de Junio de 1955.

## Mecanismos focales Béticas-Alborán.

Igualmente se han calculado las soluciones del mecanismo focal compatibles con los datos para el terremoto del 14 de Febrero de 1956 (Fig. 10-12)

El sismo del 23 de Agosto de 1959, sismo más relevante de la serie de éste año en el Cabo Tres Forcas - mar de Alborán, cuyo mecanismo fué calculado por Vidal et al (1983)(Fig. - 10-13), y cuya solución reevaluada da un mecanismo similar de falla inversa con eje de presión NS a NNE-SSW (Fig. 10-14). El sismo del 30 de Agosto (03h 24m) perteneciente también a esta secuencia, tiene un mecanismo similar al del 23 de Agosto y su mecanismo conjunto muestra la misma solución que el de 23 de Agosto.

El sismo argelino del 7 de Noviembre de 1959,  $m=5.2$ , cuyo mecanismo fué calculado por Girardin et al (1977)(Fig. 10-15) y Vidal et al (1983), se ha revisado con algún dato más (Fig. 10-16). Tiene una solución de falla vertical con eje P de dirección similar a la del sismo del 23 de Agosto de 1959.

El mecanismo del sismo argelino del 21 de Febrero de 1960, presenta una solución de falla inversa (Fig. 10-17) con eje P en dirección N 142.

El mecanismo del sismo del Golfo de Cádiz del 5 de Diciembre de 1960 fué calculado por Constantinescu et al (1966) y revisado por Udías et al (1976). Su solución corresponde a una falla de desgarre con eje P casi NS (Fig. 10-18)

El mecanismo del sismo del Mar de Alborán del 20 de Junio de 1963, muestra una solución de falla inversa con eje P orientado WNW (Fig. 10-19).

El mecanismo del terremoto del Golfo de Cádiz del 15 de Marzo de 1964 fué calculado por Udías, 1967 (con datos P y S), por Udías y López Arroyo (1970) (Fig. 10-20) y por McKenzie (1972)(Fig. 10-21). Las soluciones son similares en cuanto a la orientación del eje P (NNW-SSE) y diferente en la orientación de uno de los planos nodales (Udías et al, 1976). Otros autores también han analizado este sismo como p.e. Udías (1967), Banghar y Sykes (1969) y recientemente Grimison y Chen (1986). Estos últimos autores han realizado una inversión de ondas internas P y SH de estaciones telesísmicas, modelando una fuente compuesta por dos fuentes simples, la primera con un mecanismo de falla inversa parecido al determinado por los autores anteriormente mencionados (cambiarlo un poco la orientación del eje P) y



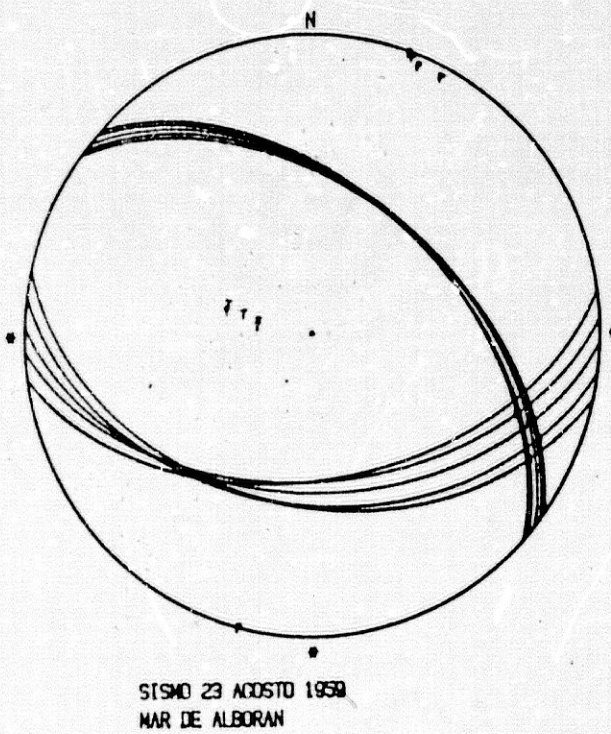
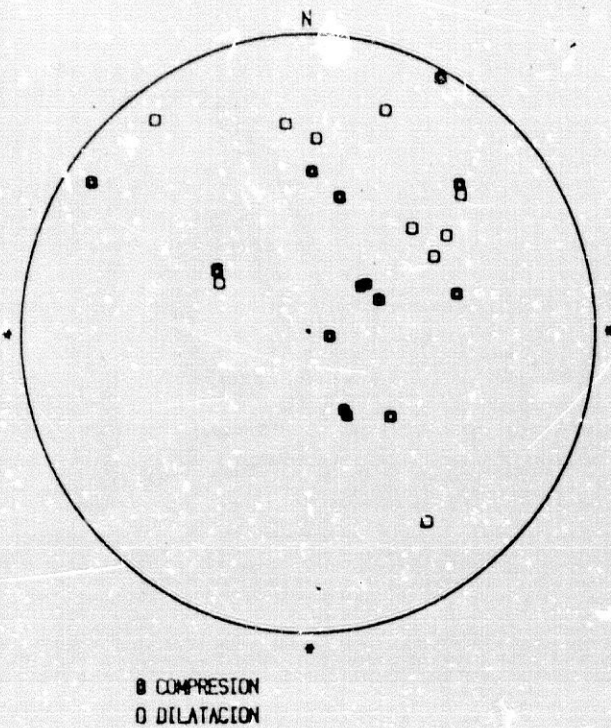
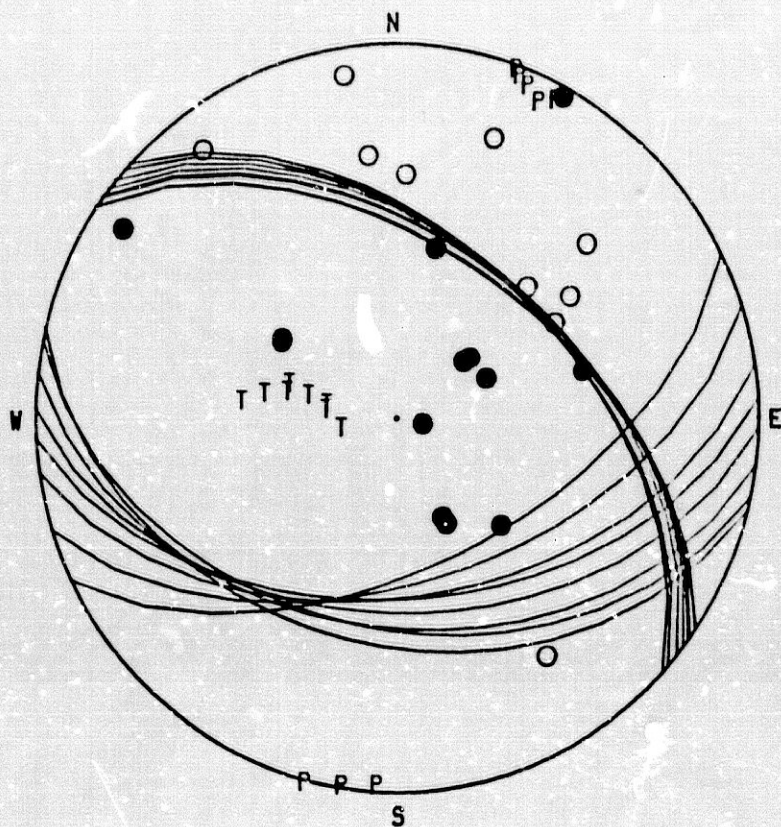


Fig. 10-13. - Mecanismo focal del terremoto del Mar de Alborán del 23 de Agosto, 1959. Arriba se han representado los datos y abajo los ejes P, T y B y los planos nodales ( Vidal et al, 1983)



D23G59.CYD

S23G59.MEC

SOL	ERR	AZ T	DP T	AZ P	DP P	AZ B	DP B
1	2	277	54	183	2	91	35
2	2	281	59	189	1	98	30
3	2	285	65	194	0	104	25
4	2	289	65	20	0	110	25
5	2	286	69	21	1	111	20
6	2	279	74	22	3	113	15
7	2	283	74	28	3	119	15
8	2	262	77	25	6	116	10

Fig. 10-14. Mecanismo focal recalculado del terremoto de 23 de Agosto de 1959.

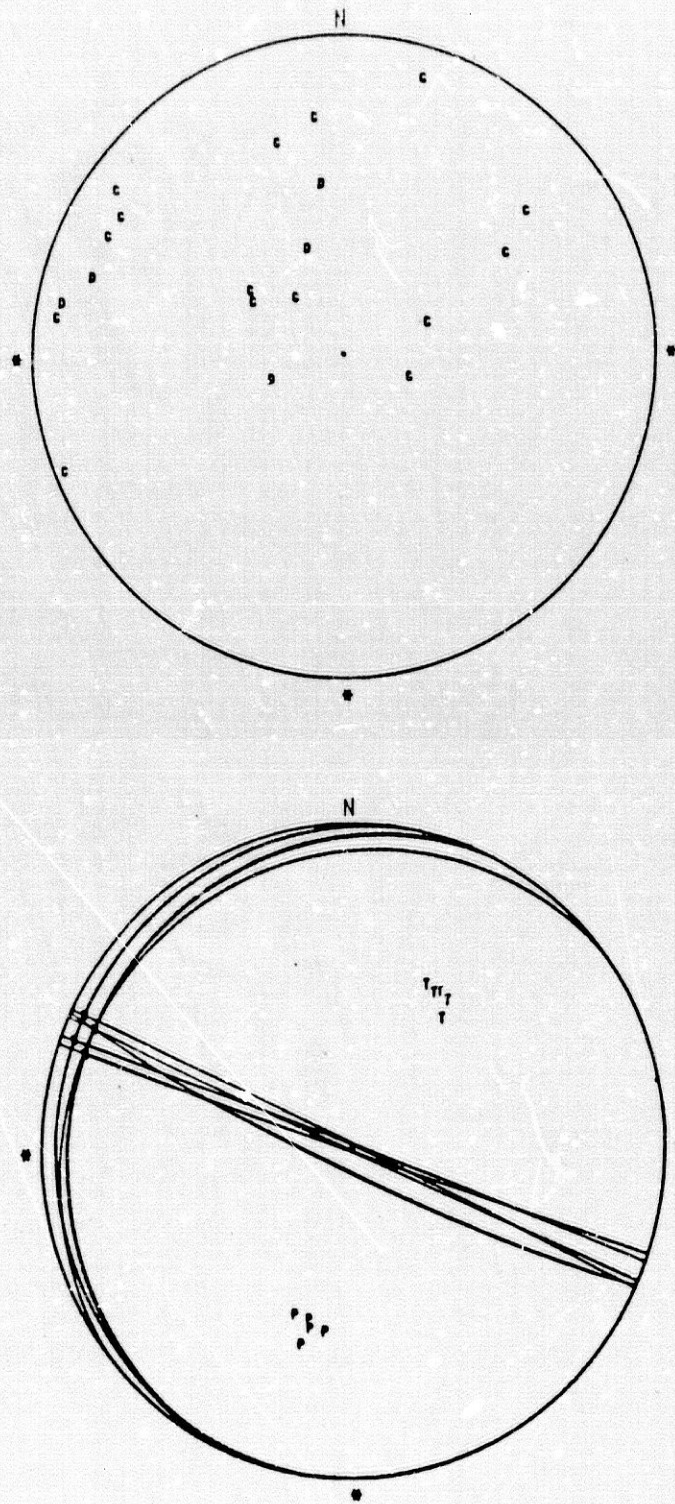
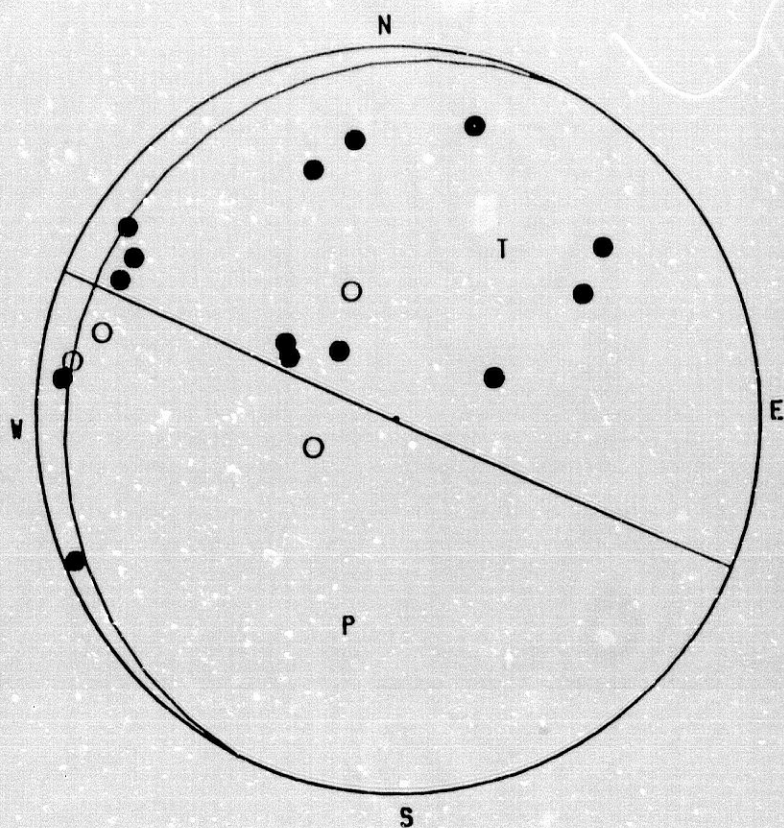


Fig. 10-15. Mecanismo focal del terremoto argelino del 7. de Noviembre, 1959. Arriba se han representados los datos de primeras llegadas y abajo los ejes P, T y B y los planos nodales (Vidal et al, 1983).

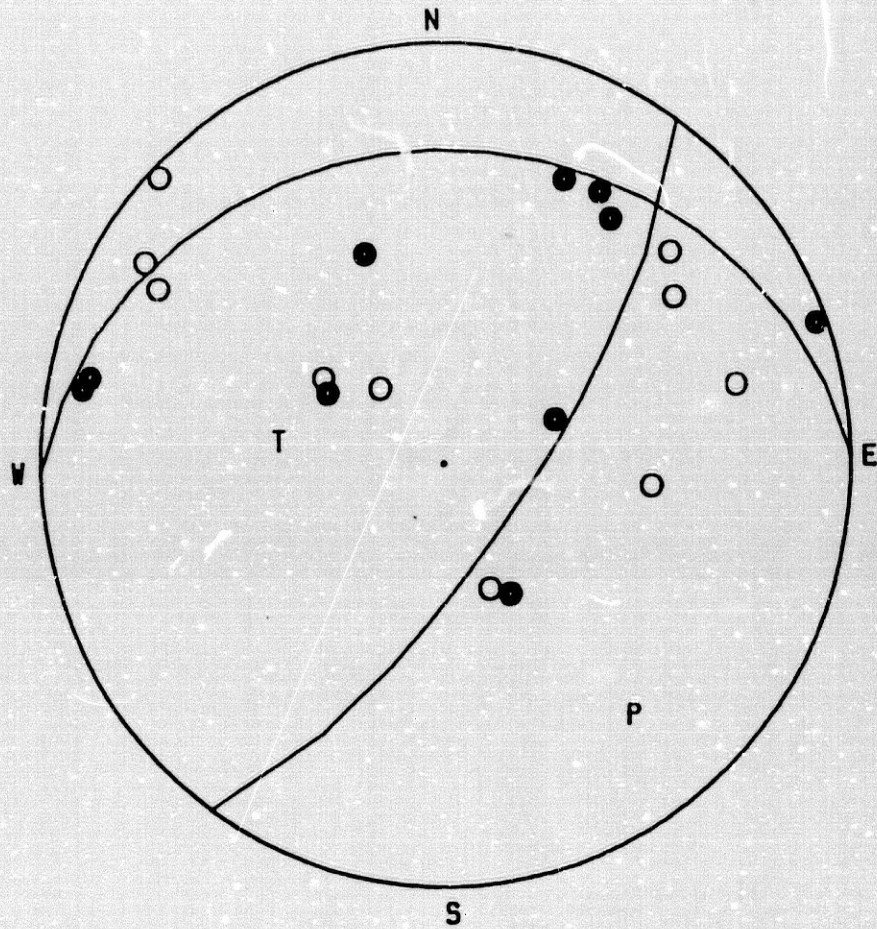


D07N59.CYD

S07N59.MEC

SOL	ERR	AZ T	DP T	AZ P	DP P	AZ B	DP B
1	1	34	44	194	43	294	10

Fig. 10-16. Mecanismo focal recalculado del terremoto de 7 de Noviembre de 1959.

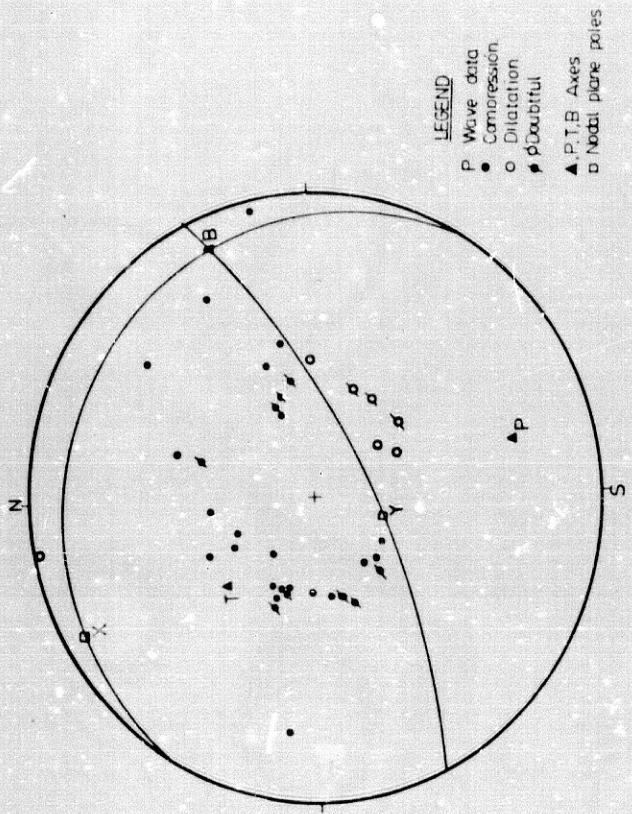


D21F60.CYD

S21F60.MEC

SOL	ERR	AZ T	DP T	AZ P	DP P	AZ B	DP B
1	4	279	56	142	25	42	20

Fig. 10-17. Mecanismo focal del terremoto argelino de 21 de Febrero de 1960.

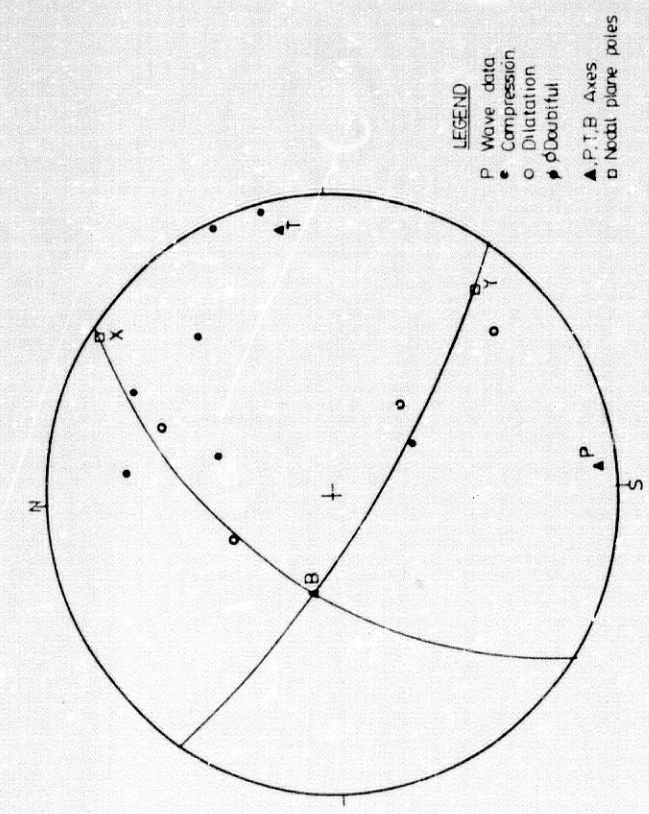


LEGEND  
 P Wave data  
 ● Compression  
 ○ Dilatation  
 ▲ Doubtful  
 ▲ P.T.B Axes  
 □ Nodal plane poles

15-Mar-1964

(36.2 N, 07.6W)  
 $H_0=22$  30 26.0  
 $h=27$   
 $m=6.2$

	PLANOS		EJES	
	I	II	P	T B
$\psi$	65E	64W	165	320
$\delta$	80SE	16NE	34	54



LEGEND  
 P Wave data  
 ● Compression  
 ○ Dilatation  
 ▲ Doubtful  
 ▲ P.T.B Axes  
 □ Nodal plane poles

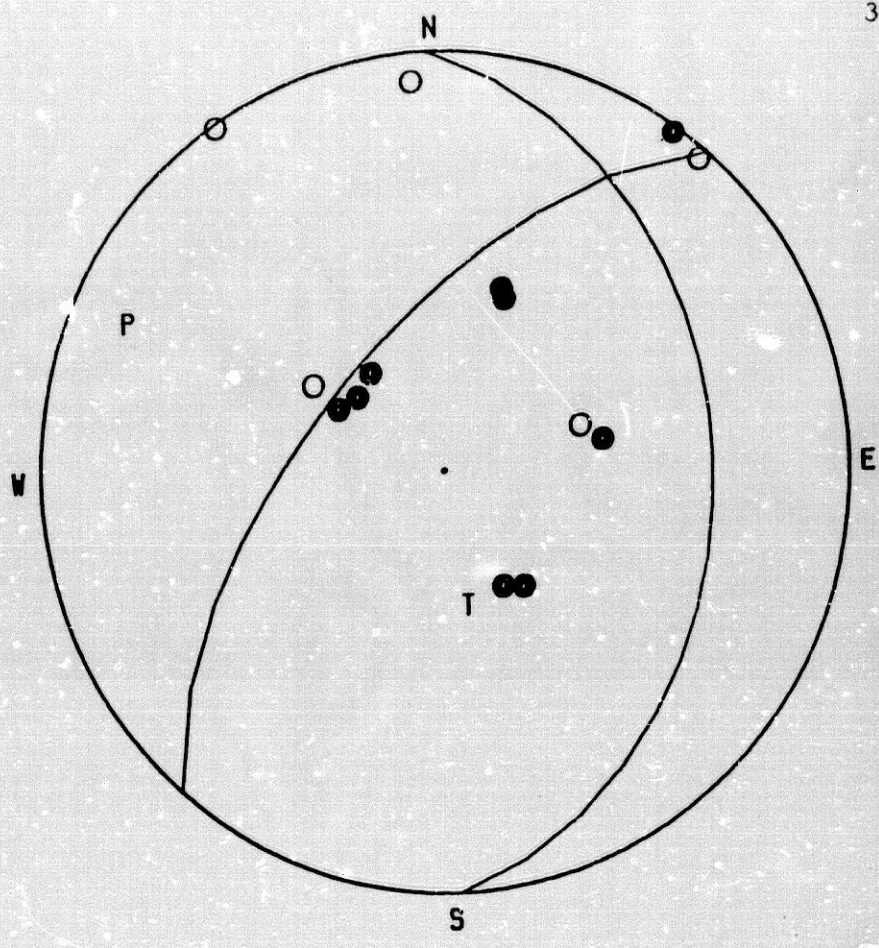
5-Diec-1960

(35.6N, 06.5W)  
 $H_0=21$  21 47  
 $h=34$   
 $m=(5.5)$

	PLANOS		EJES	
	I	II	P	T B
$\psi$	30E	54W	174	90
$\delta$	70NW	83SW	10	17

Fig. 10 - 20. Mecanismo focal del terremoto del Golfo de Cádiz del 15 de Marzo de 1964. (Udías y López Arroyo, 1969, Udías et al, 1976).

Fig. 10 - 18. Mecanismo focal del terremoto del Golfo de Cádiz de 5 de Diciembre de 1960. (Udías et al, 1976).

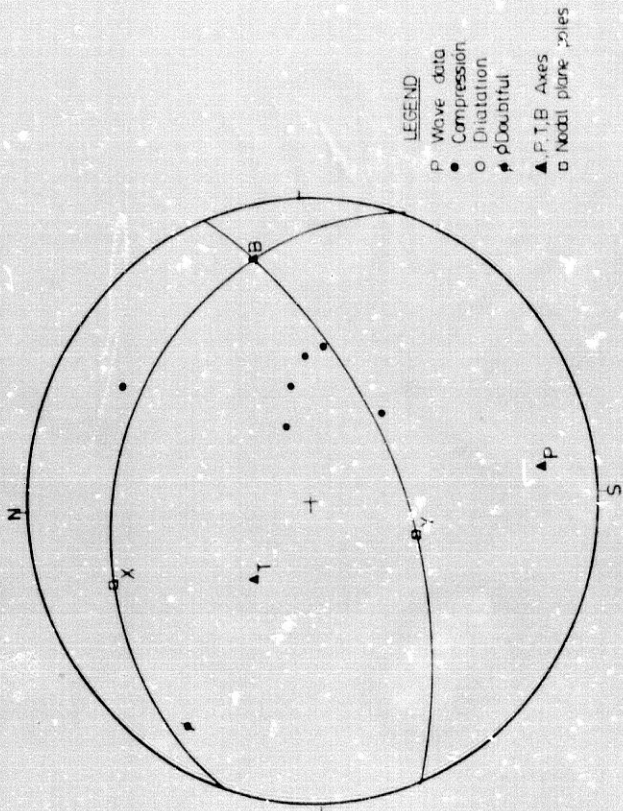


D20J63.CYD

S20J63.MEC

SOL	ERR	AZ T	DP T	AZ P	DP P	AZ B	DP B
1	1	170	64	296	15	31	20

Fig. 10-19. Mecanismo focal del terremoto de 20 de Junio de 1963.

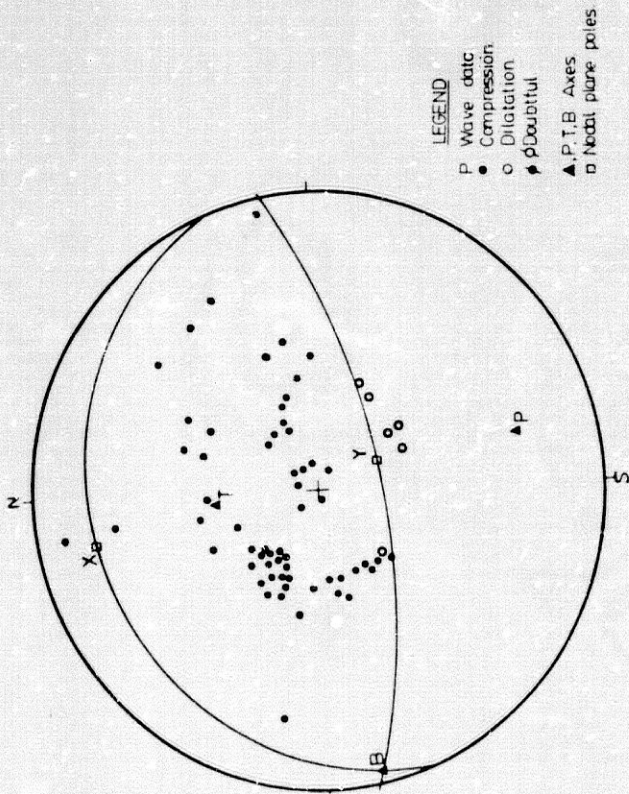


LEGEND  
 P Wave data  
 ● Compression  
 ○ Dilatation  
 ▲ Doubtful  
 ▲ P, T, B Axes  
 □ Nodal plane poles

1-Ene-1965

	PLANOS		EJES		
	I	II	P	T	B
ψ	70E	109E			
δ	65SE	32SW			

(35.7 N, 04.4E)  
 $H_0=21.38$  29.2  
 $h=10$   
 $m=5.2$



LEGEND  
 P Wave data  
 ● Compression  
 ○ Dilatation  
 ▲ Doubtful  
 ▲ P, T, B Axes  
 □ Nodal plane poles

15-Mar-1964

	PLANOS		EJES		
	I	II	P	T	B
ψ	68E	80E			
δ	16N	84S			

(36.20° N, 07.6W)  
 $H_0=22.30$  26.0  
 $h=27$   
 $m=6.2$

Fig. 10 - 21. Mecanismo focal del terremoto de 15 de Marzo de 1964. (McKenzie, 1972).

Fig. 10 - 22. Mecanismo focal del terremoto de 1 de Enero de 1965. (McKenzie, 1972).



## Mecanismos focales Béticas-Alborán.

el segundo evento con un mecanismo de falla inversa pero con ejes P en dirección casi EW.

El mecanismo del terremoto argelino del 1 de Enero de 1965, calculado por McKenzie (1972) con pocos datos (Fig. 10-22), por Girardin et al (1977) (Fig. 10-23a) y por Hatzfeld (1978) (Fig. 23b), está determinado con un excesivo número de errores, dando soluciones de falla inversa, normal con gran componente de desgarre, y de desgarre según estos autores con ejes P casi NS para el primero y SE-NW para el último.

Otro ejemplo de solución mal definida es la del sismo del 23 de Abril de 1967, determinado por Girardin et al (1977) (Fig 10-24) y que se ha revisado, viendo que es posible otra solución (Fig. 10-25), eliminando los datos dudosos.

La solución calculada por Girardin et al (1977) para el sismo del 13 de Julio de 1967 (Fig 10-26) difiere de la que se obtiene con los datos de boletines (Fig 10-27), indicando la primera un mecanismo de falla normal con desgarre, con eje T en dirección SSW y la segunda una falla de desgarre con eje P orientado NS.

El mecanismo del sismo de la costa de Marruecos del 17 de Abril de 1968, indica un fallamiento de desgarre con eje P en dirección NW, y fué calculado por Hatzfeld (1978) (Fig 10-28) y por Hatzfeld y Frogneux (1980) (Fig 10-29).

A pesar de estar fuera del área de estudio prefijada comentaremos por su importancia, el terremoto atlántico (al SW de Cabo San Vicente) del 28 de Febrero de 1969,  $m = 7.3$ ,  $M_s = 7.9$ ,  $M_0 = 6 \times 10^{20}$  N x m. Este sismo fué analizado por Udias y Lopez Arroyo (1972), McKenzie (1972), Fukao (1973) y Udias et al (1976). Las soluciones obtenidas son similares, mecanismo de falla inversa con eje P en dirección NNW-SSE, con diferentes orientaciones de los planos nodales según la solución (Fig 10-30, 10-31 y 10-32).

El mecanismo del sismo del N de Marruecos, cercano al sistema de fracturas del Nekor, de 7 de Abril de 1970, fué calculado por Hatzfeld (1978) y Hatzfeld y Frogneux (1980) (Fig. 10-33 y 10-34). Ambas soluciones son de falla inversa con una componente de desgarre y con eje P en dirección cercana al WNW-ESE.

Las soluciones al mecanismo focal, del sismo del mar de

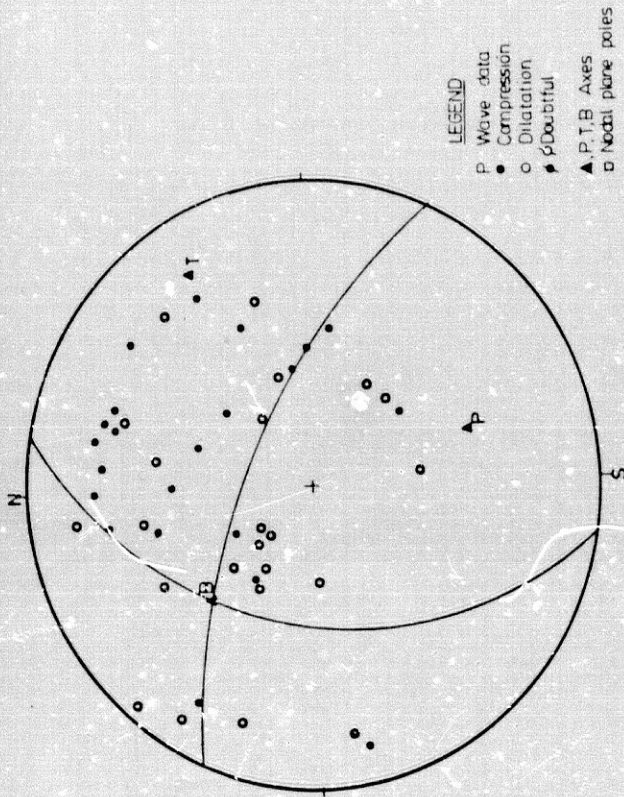


Fig. 10-23a. Mecanismo focal del terremoto de 1 de Enero de 1965. (Girardin et al, 1977).

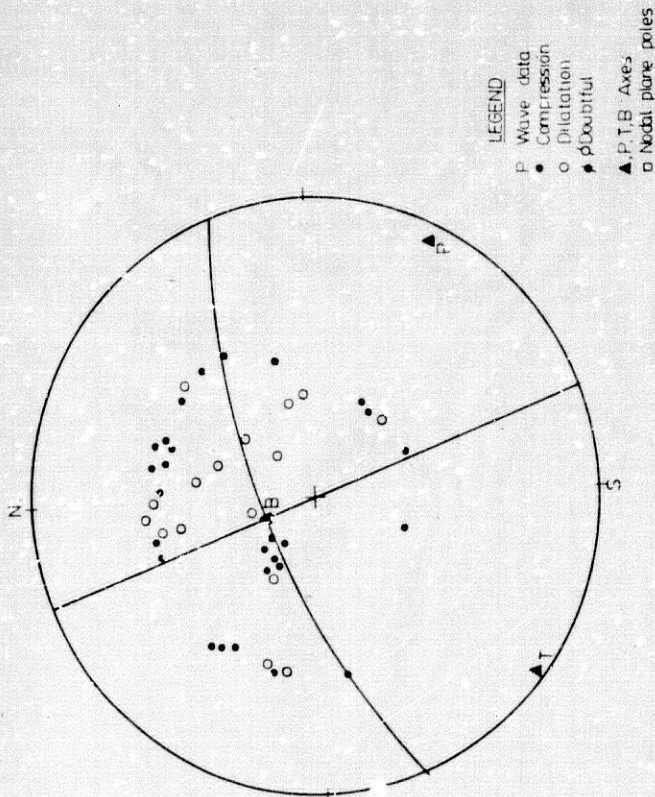
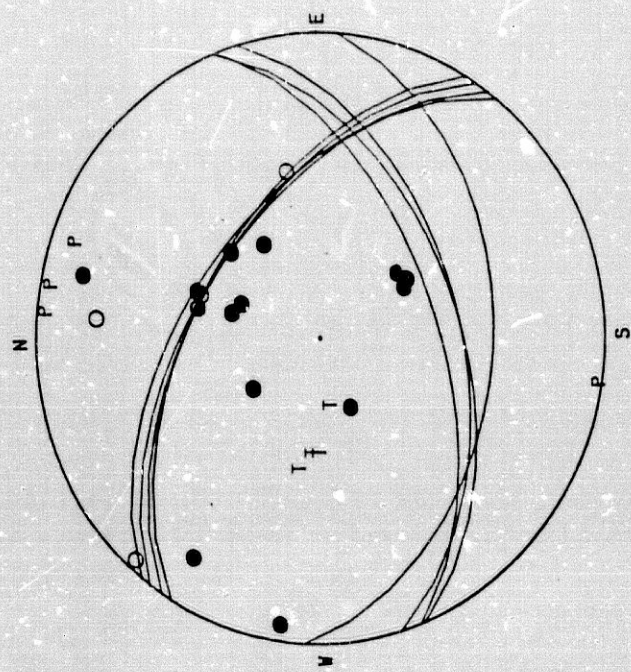


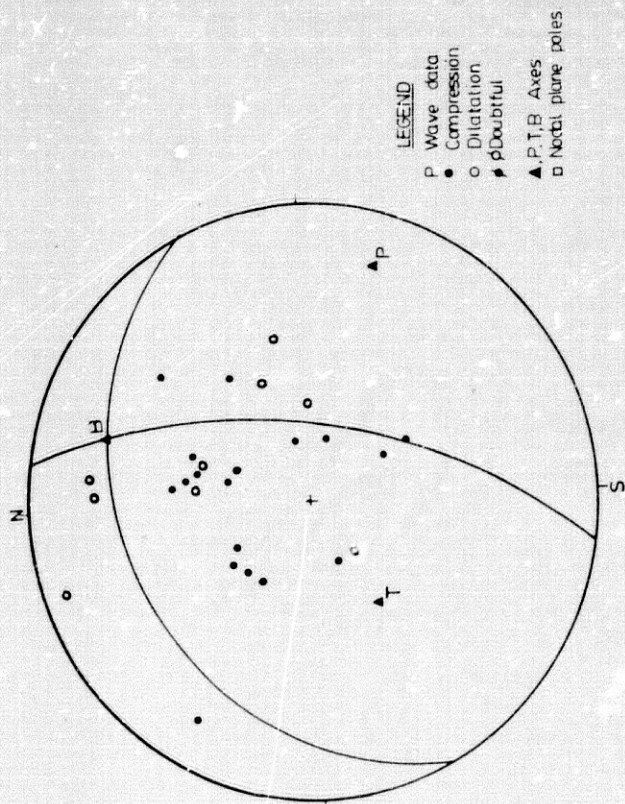
Fig. 10-23b. Mecanismo focal del terremoto de 1 de Enero de 1965. (Hatzfeld, 1978).



N23867.CYD

SOL	ERR	AZ	T	DP	T	AZ	P	DP	P	AZ	B	DP	B
1	2	281	54	189	1	97	35						
2	2	271	59	6	2	98	30						
3	2	276	59	12	3	103	30						
4	2	262	72	21	8	113	15						

Fig. 10-25. Mecanismo focal del terremoto argelino de 23 de Abril de 1967.



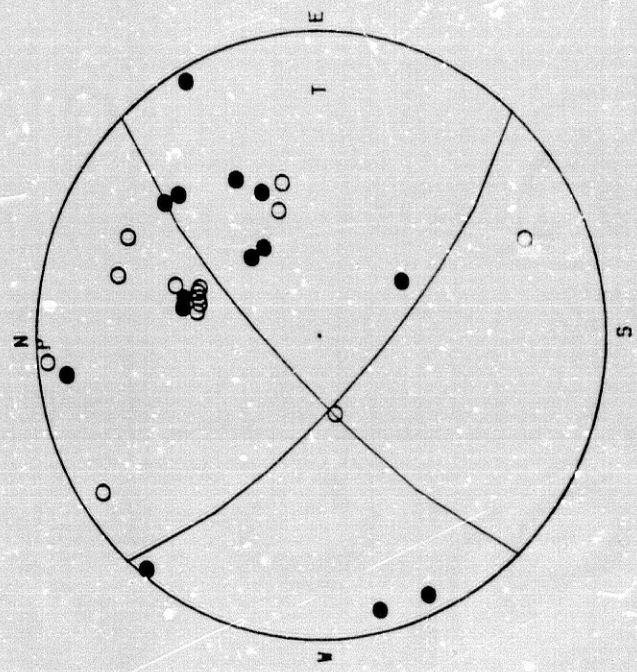
LEGEND  
 P Wave data  
 ● Compression  
 ○ Dilatation  
 ▲ Doubtful  
 ▲ P.T.B. Axes  
 □ Nodal plane poles

23-Abr-1967

	PLANOS		EJES	
	I	II	P	T B
P	09E	63E	119	242 19
S	69E	34NW	19	58 25

(36.23N, 02.44E)  
 H<sub>0</sub>=09 30 22.0  
 h=33  
 M=4.4

Fig. 10-24. Mecanismo focal del terremoto argelino de 23 de Abril de 1967. (Girardin et al, 1977).

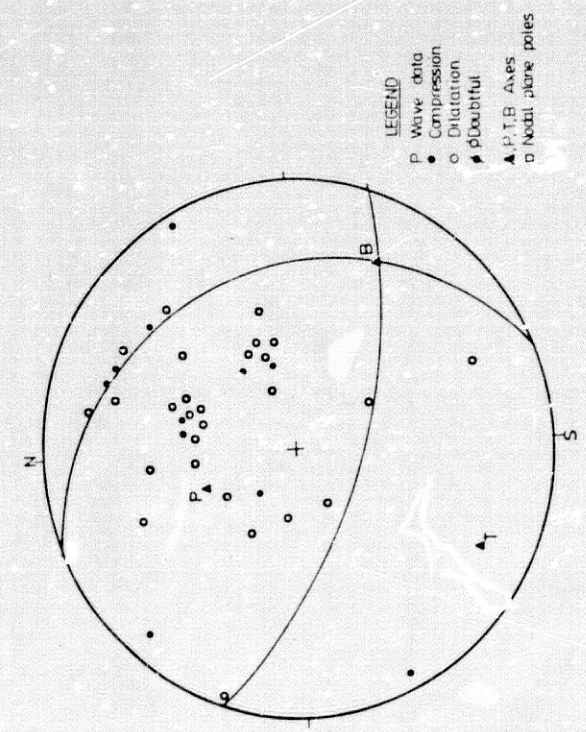


D13L67.CYD                      S13L67.MEC

SOL ERR AZ T DP T AZ P DP P AZ B DP B

1	5	90	19	359	2	263	70
---	---	----	----	-----	---	-----	----

Fig. 10 - 27. Mecanismo focal calculado solo con datos de boletines del terremoto de 13 de Julio 1967.



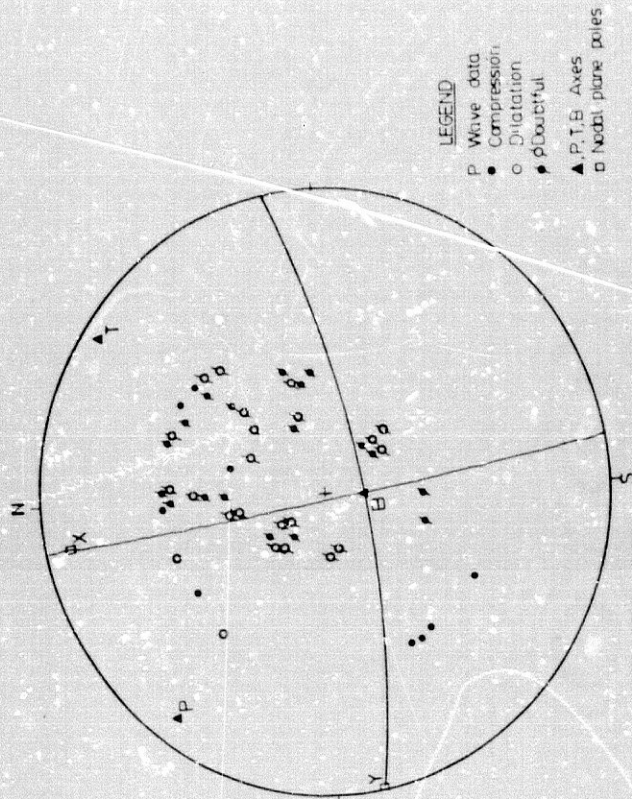
LEGEND  
 P Wave data  
 • Compression  
 ○ Dilatation  
 \* Doubtful  
 ▲ P.T.B. Axes  
 □ Nodal plane poles

13-Jul-1967

	PLANOS		EJES	
	I	II	P	T
1	110E	160E	341	219
2	66NE	35SW	60	17

(35.36N, 0.04E)  
 $H_0 = 02\ 10\ 20.0$   
 $h = 1.8$   
 $m = 4.8$

Fig. 10 - 26. Mecanismo focal del terremoto argentino de 13 de Julio de 1967. (Girardin et al, 1977).

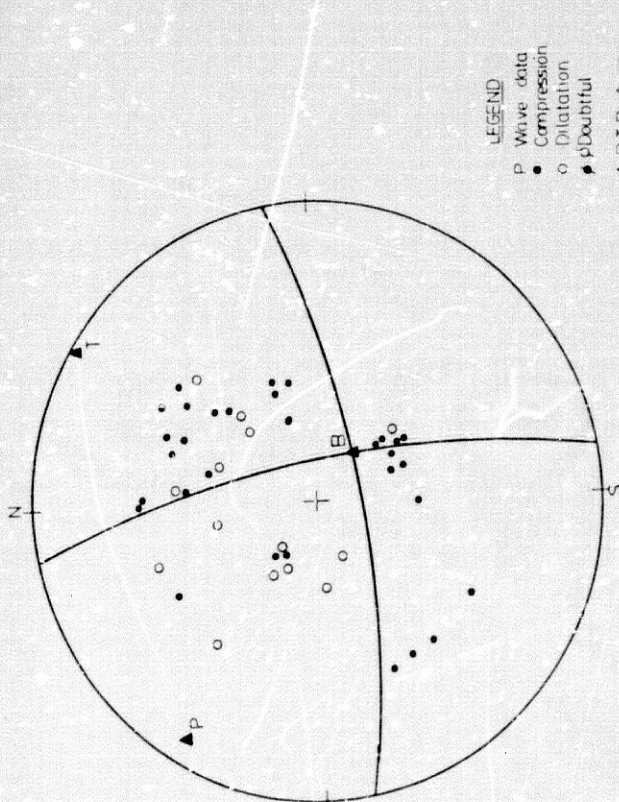


LEGEND  
 P Wave data  
 ● Compression  
 ○ Dilatation  
 ▲ Doubtful  
 ▲ P, T, B Axes  
 □ Nodal plane poles

17-Abr-1968

X	EJES		
	Y	P	T B
$\psi$ 350	260	305	36
$\delta$ 10	0	10	6

(35.24N, 3.73W)  
 $H_0=09$  12 02  
 $h=13$   
 $m=5.0$



LEGEND  
 P Wave data  
 ● Compression  
 ○ Dilatation  
 ▲ Doubtful  
 ▲ P, T, B Axes  
 □ Nodal plane poles

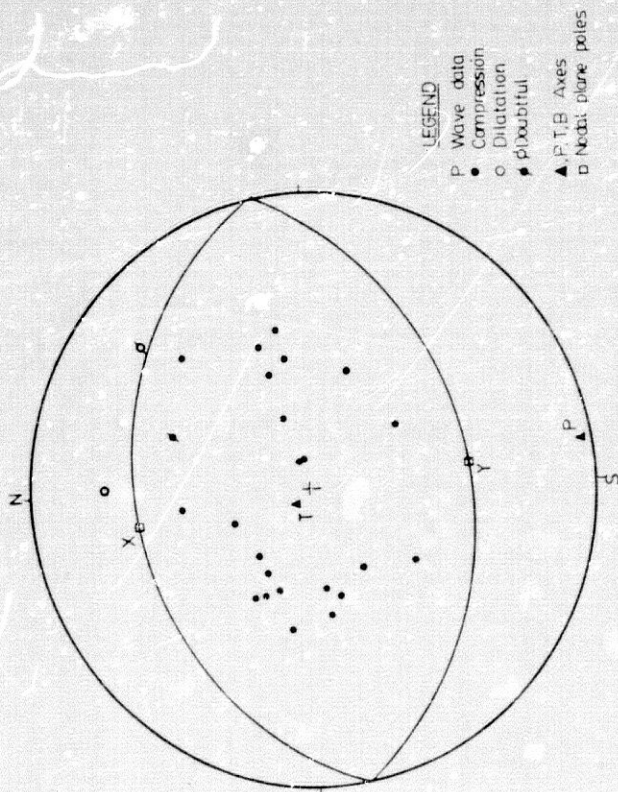
17- Abr- 1968

I	PLANOS		
	II	P	T B
$\psi$ 170	80	304	35
$\delta$ 84E	80S	12	2

(35.24N, 3.73W)  
 $H_0=$   
 $h= 13$  Km.  
 $m= 5.0$

Fig. 10 - 29. Mecanismo focal del terremoto de la costa N de Marruecos de 17 de Abril de 1968. (Hatzfeld y Frogneux, 1980).

Fig. 10 - 28. Mecanismo focal del terremoto de la costa N de Marruecos de 17 de Abril de 1958. (Hatzfeld, 1978).



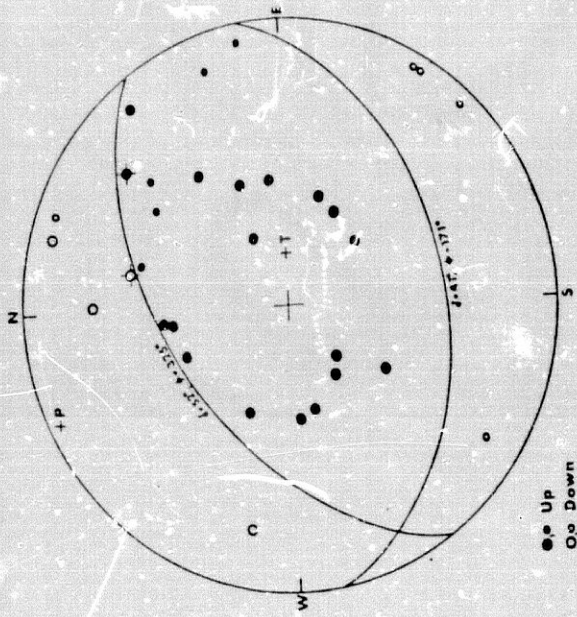
LEGEND  
 P Wave data  
 ● Compression  
 ○ Dilatation  
 ▲ Dilatation  
 ▲ P, T, S Axes  
 ▽ Nodal plane poles

28-Febr-1969

(36.01N, 10.57W)  
 $H_0=02\ 40\ 32.5$   
 $h=22$   
 $m=7.3$

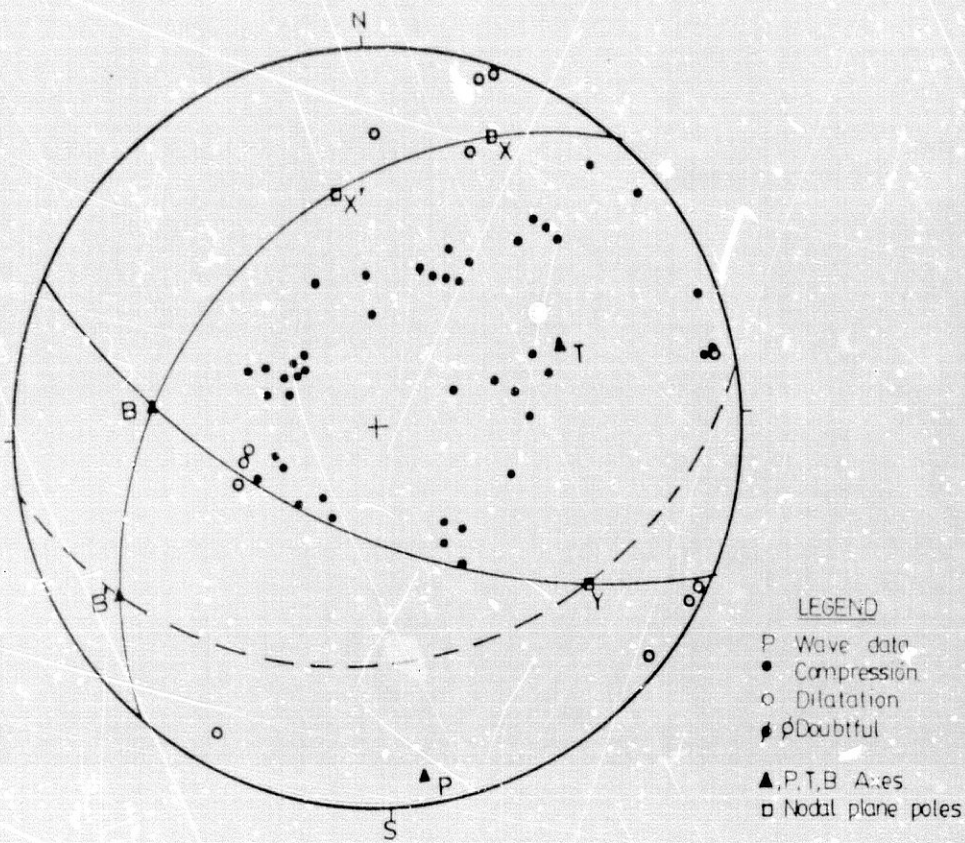
I	PLANOS			EJES		
	IL	P	T	B		
80E	80E					
40N	50S					

Fig. 10-30. Mecanismo focal del terremoto del SW de Cabo San Vicente de 28 de Febrero de 1969. (McKenzie, 1972).



● Up  
 ○ Down

Fig. 10-31. Mecanismo focal del terremoto del SW de Cabo de San Vicente de 28 de Febrero de 1969. (Fukao, 1973).

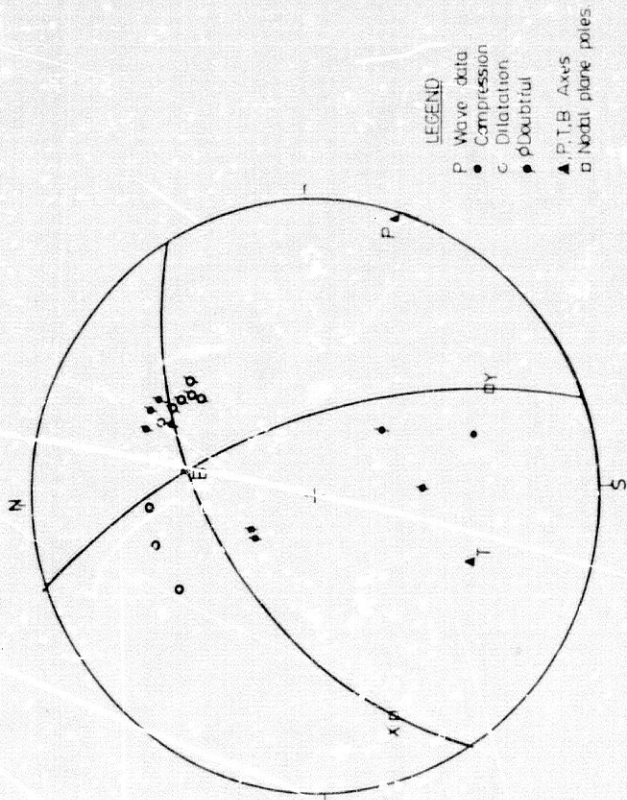


28-Febr-1969

(36.1 N , 10.6W)  
 $H_0 = 02 \ 40 \ 32.5$   
 $h = 22$   
 $m = 7.3$

	PLANOS		EJES		
	I	II	P	T	B
$\phi$	64W	48E	178	72	
$\Sigma$	68SW	48NW	12	47	

Fig. 10-32. Mecanismo focal del terremoto del SW de Cabo de San Vicente, de 29 de Febrero de 1969. (Udfas et al, 1976).



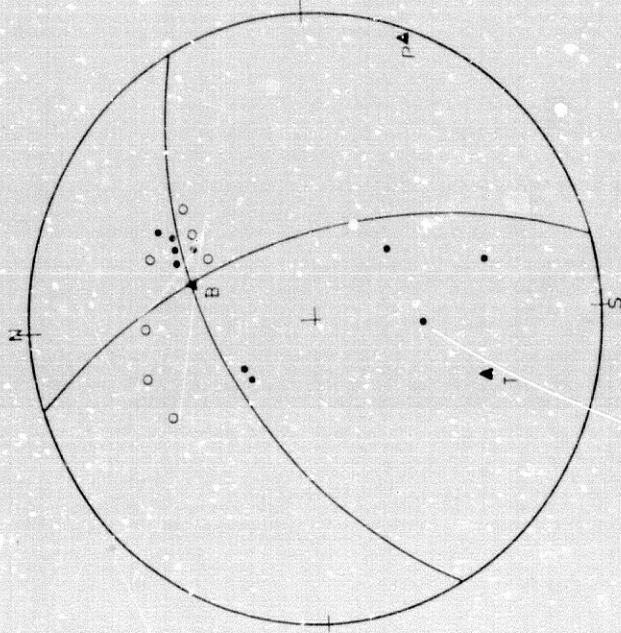
LEGEND  
 P Wave data  
 ● Compression  
 ○ Dilatation  
 ▲ P, T, B Axes  
 □ Nodal plane poles

7-Abr-1970

POLOS	EJES		
	X	Y	B
$\bar{X}$	254	152	110
$\bar{Y}$	20	30	04
$\bar{B}$			37

(34.87N, 03.9W)  
 $H_0=09$   
 $h=27$   
 $m=4.8$

Fig. 10-34. Mecanismo focal del terremoto de la costa N de Marruecos de 7 de Abril de 1970. (Hatzfeld y Frogneux, 1980).



LEGEND  
 P Wave data  
 ● Compression  
 ○ Dilatation  
 ▲ P, T, B Axes  
 □ Nodal plane poles

7-Abr-1970

PLANOS	EJES		
	I	II	P T B
$\bar{X}$	64	166	112
$\bar{Y}$	54NW	70E	6
$\bar{B}$			38

(34.87N, 3.90W)  
 $H_0=$   
 $h=27$  Km.  
 $m=4.3$

Fig. 10-33. Mecanismo focal del terremoto de la costa N de Marruecos de 7 de Abril de 1970. (Hatzfeld, 1978).



### Mecanismos focales Béticas-Alborán.

Alborán de 2 de Julio de 1972, calculadas por Hatzfeld (1978)(Fig 10-35) y Hatzfeld y Frogneux (1980)(Fig. - 10-36) son similares e indican un fallamiento de desgarre con eje P orientado N-S y eje T orientado E-W.

La solución al mecanismo focal del terremoto de Mar de Alborán de 22 de Noviembre de 1972 (Fig. 10-37) da una combinación de falla normal y de desgarre (Hatzfeld, 1978), con eje T en dirección casi E-W.

El mecanismo del sismo profundo del 30 de Enero de 1973 ha sido calculado por Udias et al (1976)(Fig 10-38) y por Grimison y Chen (1986). Uno de los planos nodales queda bien definido y el otro no en ambas soluciones, que difieren en el buzamiento de ejes P y T. La dirección de ejes T es casi E-W en ambas soluciones.

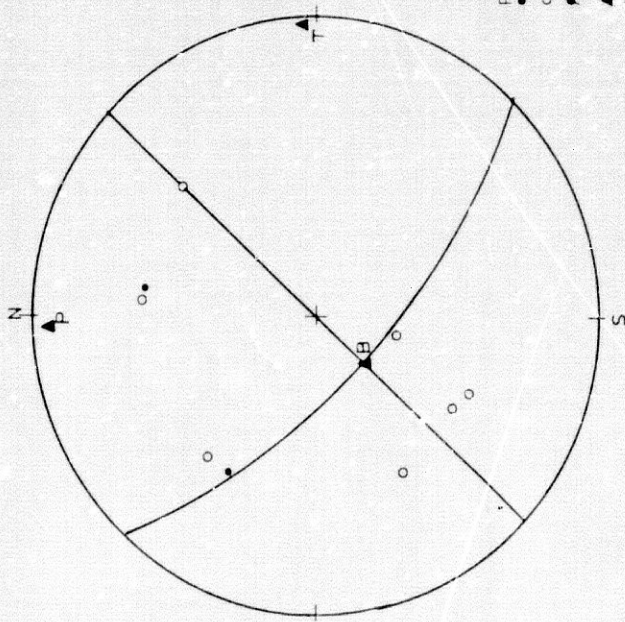
El mecanismo del sismo del N de Marruecos, de 29 de Abril de 1973, fué calculado por Hatzfeld (1978), obteniendo un movimiento correspondiente a un desgarre puro (Fig 10-40), con eje P en dirección NNW-SSE y también por Hatzfeld y Frogneux (1980), obteniendo una solución distinta (Fig 10-41) de falla normal con eje P en dirección NW-SE y eje T orientado casi EW.

El mecanismo del terremoto del 24 de Agosto de 1973, de la zona oriental del Mar de Alborán, fué determinado por Hatzfeld (1978) y Hatzfeld y Frogneux (1980), obteniendo la misma solución de falla de desgarre con eje P orientado NW-SE (Fig 10-42).

El mecanismo focal del terremoto argelino del 24 de Noviembre de 1973 fué determinado por Hatzfeld 1978 (Fig. 10-43). dando una solución mal definida (excesivo número de errores) de falla de desgarre puro con eje P en dirección N 290. Este mecanismo ha sido recalculado (Fig. - 10-44) dando una solución compuesta de fallamiento vertical y de desgarre con eje P en dirección N-S.

Hatzfeld (1978) también calculó el mecanismo de una réplica del mismo día (Fig. - 10-45), que también hemos recalculado aquí (Fig. - 10-46) y otra del día siguiente (Fig. - 10-47).

El mecanismo del sismo subcortical del 13 de Junio de 1974, epicentro Sierra Tejeda, tiene una fuerte componente de desgarre (Fig 10-48) y con eje P en dirección NW-SE (Hatzfeld, 1978).



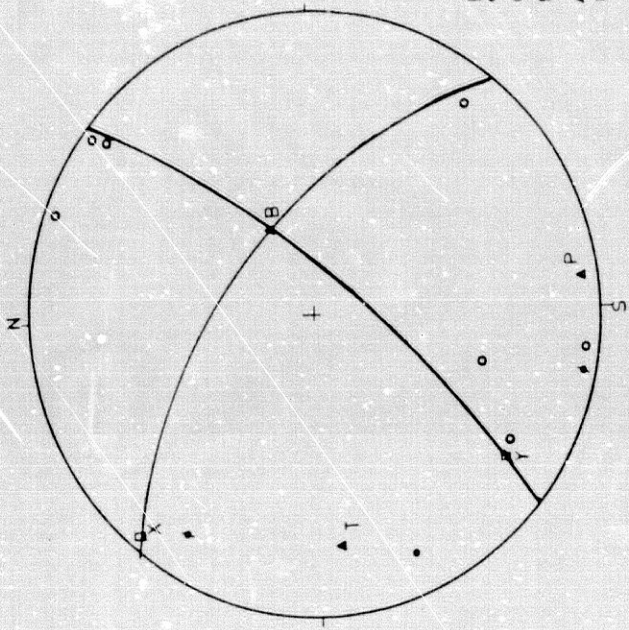
LEGEND  
 P Wave data  
 • Compression  
 ○ Dilatation  
 ● Doubtful  
 ▲ P, T, B Axes  
 □ Nodal plane poles

2- Jul -1972

(36.01N, 4.58W)  
 $H_0=$   
 $m= 4.0$   
 $h= 100.4$  Km.

PLANOS		EJES		
I	II	P	T	B
44	134	358	88	
$\phi$	90	76SW	8	8

Fig. 10-35. Mecanismo focal del terremoto de Mar de Alborán de 2 de Julio de 1972. (Hatzfeld, 1978).



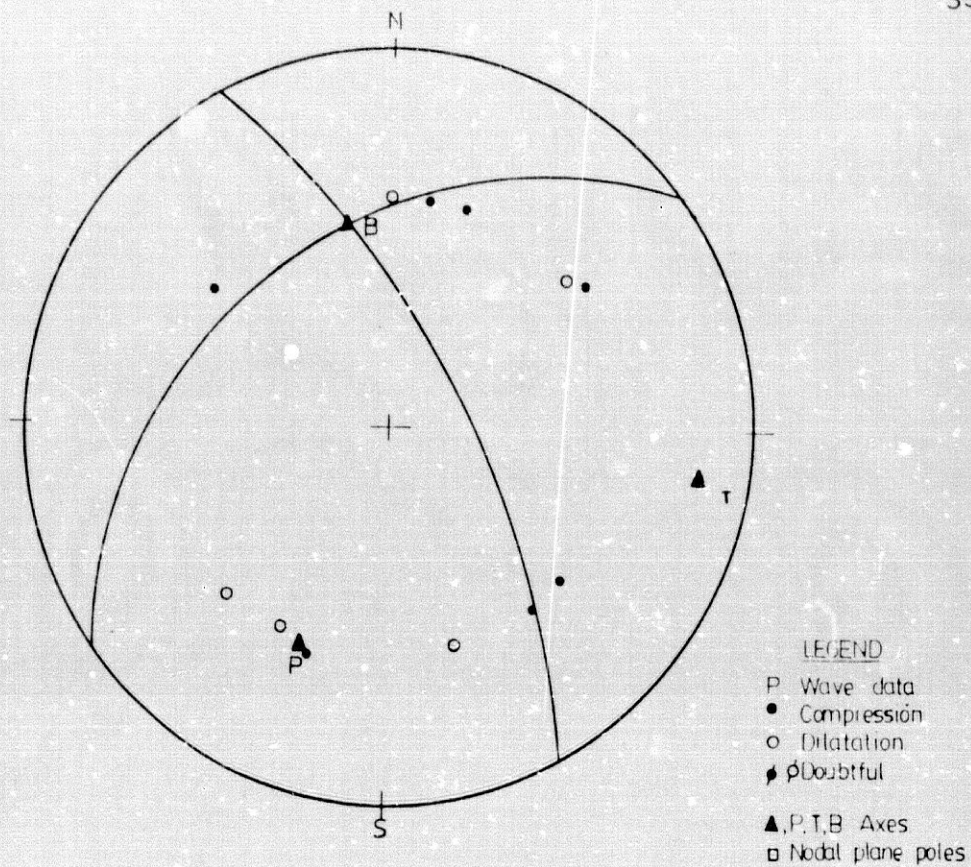
LEGEND  
 P Wave data  
 • Compression  
 ○ Dilatation  
 ● Doubtful  
 ▲ P, T, B Axes  
 □ Nodal plane poles

2-Jul-1972

(36.02N, C4.67W)  
 $H_0=02$  ll 26.0  
 $h=77$   
 $m=4.0$

POLOS		EJES		
X	Y	P	T	B
$\phi$	310	220	174	266
$\delta$	10	20	06	22

Fig. 10-36. Mecanismo focal del terremoto del Mar de Alborán de 2 de Julio de 1972. (Hatzfeld y Frognoux, 1980).



22 - Nov - 1972

(36.02N , 4.07W)

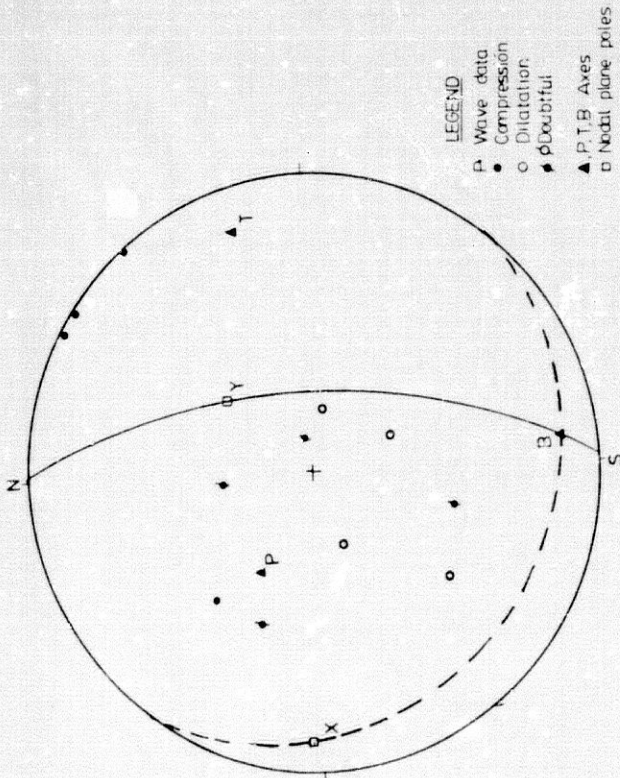
$H_0 =$

$h = 19 \text{ Km.}$

$m = 4.4$

	PLANOS		EJES		
	I	II	P	T	B
$\varphi$	54	152	202	98	
$\delta$	48NW	80NE	40	18	

Fig. 10 - 37. Mecanismo focal del terremoto del Mar de Alborán de 22 de Noviembre de 1972. (Hatzfeld, 1978).



LEGEND

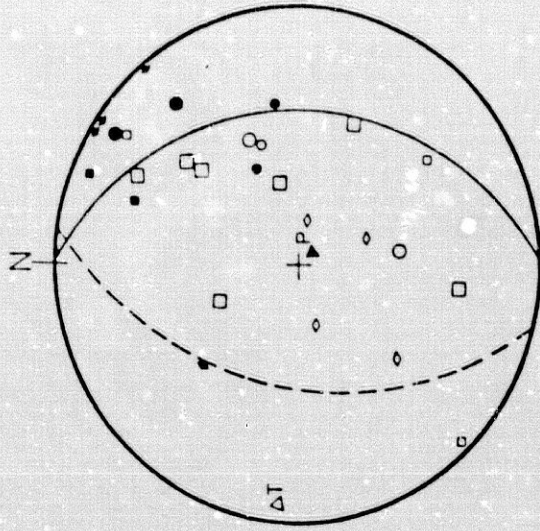
- P Wave data
- Compression
- Dilatation
- ◐ Doubtful
- ▲ P.T.B Axes
- Nodal plane poles

30-Ene-1973

(37.0 N, 03.6W)  
 $H_0=02\ 36\ 11.6$   
 $h=634$   
 $m=4.0$

	PLANOS		EJES	
	I	II	P	T
$\gamma$	00E	48W	29E	75
$\delta$	70E	30SW	58	22

Fig. 10 - 38. Mecanismo focal del terremoto profundo granadino de 30 de Enero de 1973. (Udfas et al, 1976).

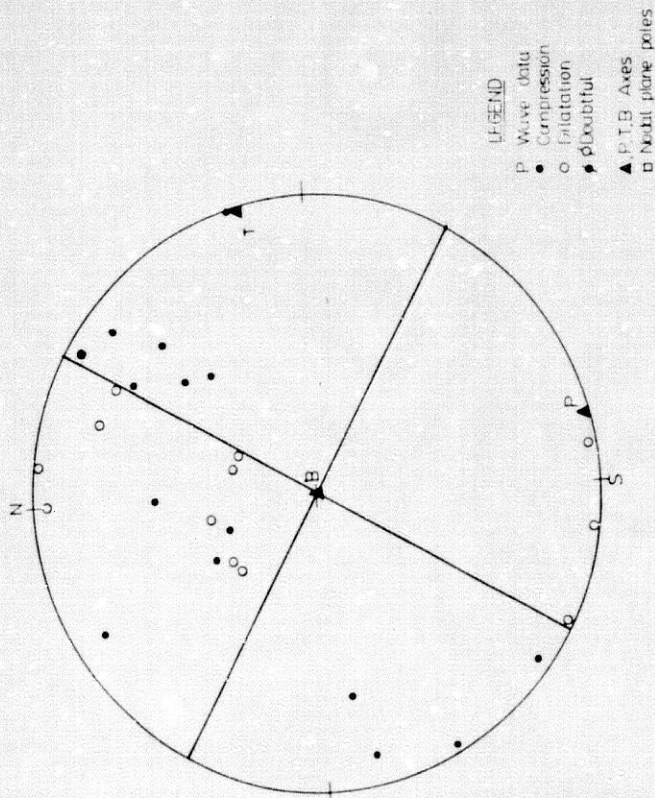


1.30.73

Origin Time, l hr:min:s  
 Latitude, l °N  
 Longitude, l °E  
 mb  
 Strike, deg  
 Dip, deg  
 Slip, deg  
 Depth, 2 km

0236:11.6 36.98 -3.54 3.9 0±4 40±2 -105±20 640±30

Fig. 10 - 39. Mecanismo focal del terremoto profundo granadino de 30 de Enero de 1973. (Grimison y Chen, 1978).



LEGEND

- P Wave data
- Compression
- Dilatation
- ▲ P,T,B Axes
- Nodal plane poles

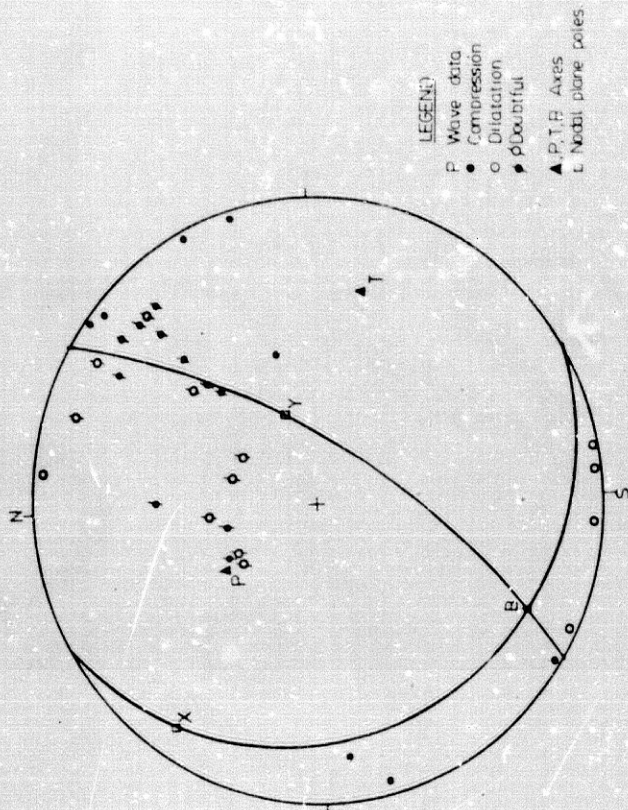
29- Abr- 1973

(34.63N, 4.17W)

$H_0 =$   
 $h = 35 \text{ km.}$   
 $m = 4.5$

PLANOS		EJES		
I	II	P	T	B
$\varphi$	32	122	167	77
$\delta$	90	90	0	0

Fig. 10-40. Mecanismo focal del terremoto del N de Marruecos de 29 de Abril de 1973. (Hatzfeld, 1978).



LEGEND

- P Wave data
- Compression
- Dilatation
- ▲ P,T,B Axes
- Nodal plane poles

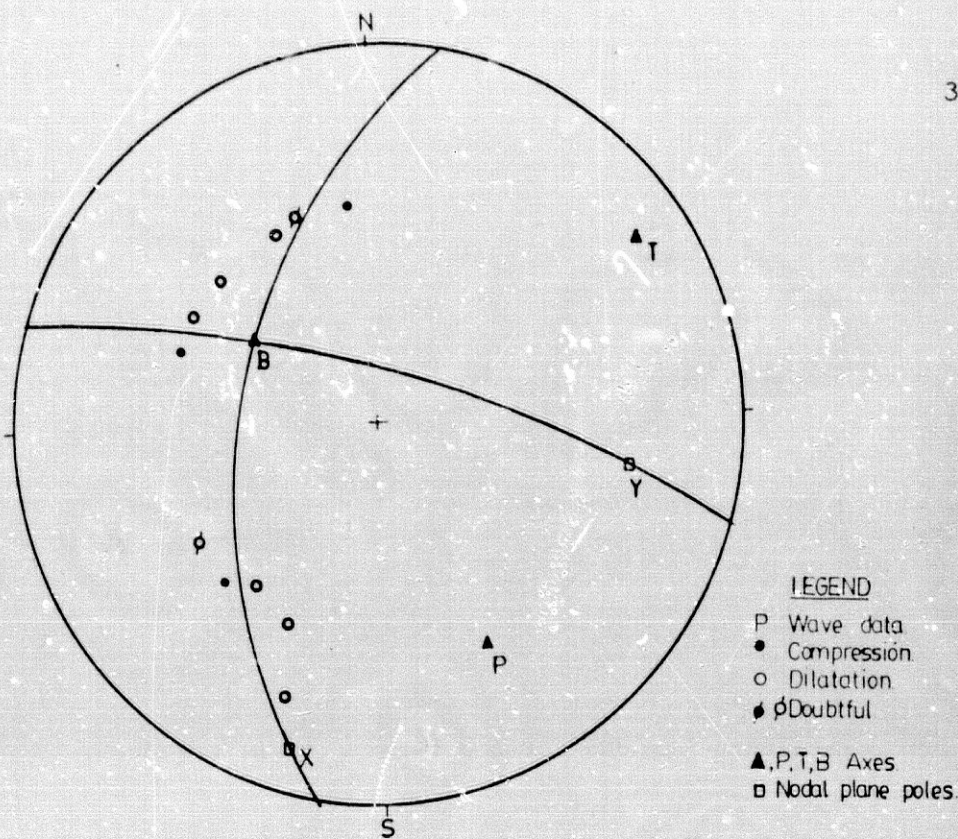
29-Abril-1973

(34.55N, 04.06W)

$H_0 = 14 \text{ 37 53.9}$   
 $h = 45$   
 $m = 4.5$

X	EJES		
	Y	P	T B
$\varphi$	304	64	324 110
$\delta$	10	70	52 32

Fig. 10-41. Mecanismo focal del terremoto del N de Marruecos de 29 de Abril de 1973. (Hatzfeld y Frogneux, 1980).

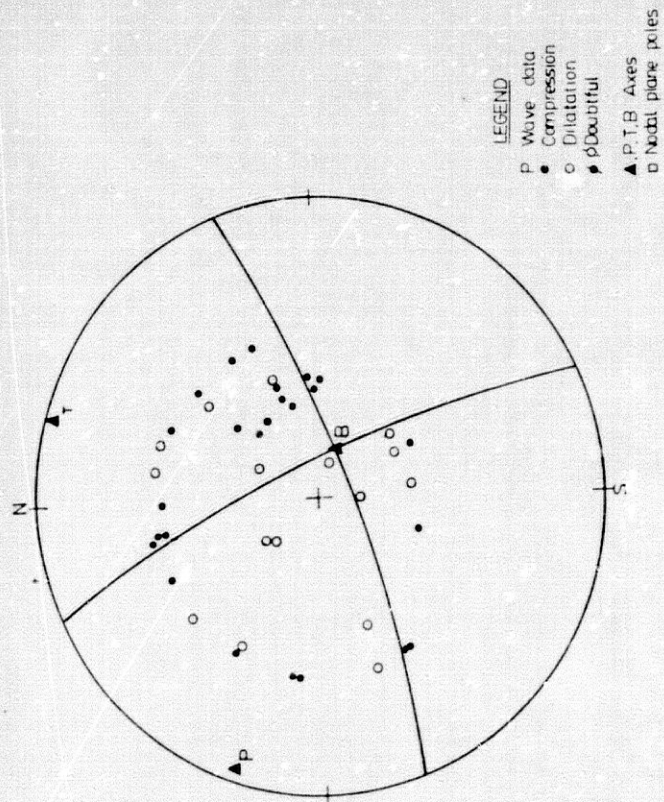


24-Agost-1973

(35.87N , 01.86W)  
 $H_0=10\ 50\ 59.7$   
 $h=5$   
 $m=3.9$

	POLOS		EJES		
	X	Y	P	T	B
$\phi$	200	104	156	58	
$\delta$	10	30	30	14	

Fig. 10-42. Mecanismo focal del terremoto del E del Mar de Alborán de 24 de Agosto de 1973. (Hatzfeld y Frogneux, 1980, Hatzfeld, 1978).



LEGEND

- P Wave data
- Compression
- Dilatation
- ▲ Doubtful
- ▲ P.T.B Axes
- Nodal plane poles

24-Nov-1973

(35.06N, 4.47E)

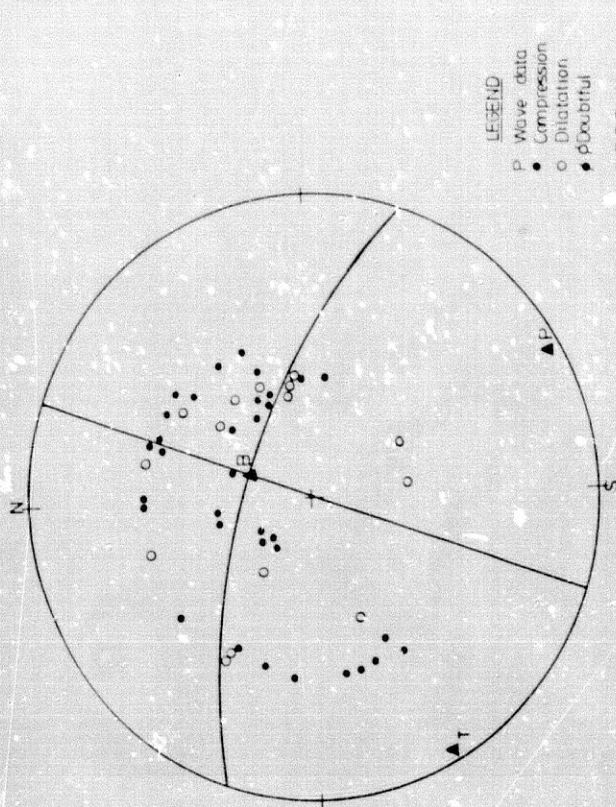
$H_0 =$

$h = 8 \text{ Km.}$

$m = 4.9$

	PLANOS			EJES		
	I	II	B	P	T	B
$\psi$	70	156	290	18	18	
$\Sigma$	86SE	86NE	10	2		

Fig. 10-43. Mecanismo focal del terremoto argentino de 24 de Noviembre de 1973. (Hatzfeld, 1978).



LEGEND

- P Wave data
- Compression
- Dilatation
- ▲ Doubtful
- ▲ P.T.B Axes
- Nodal plane poles

24-Nov-1973

(36.16N, 4.40E)

$H_0 =$

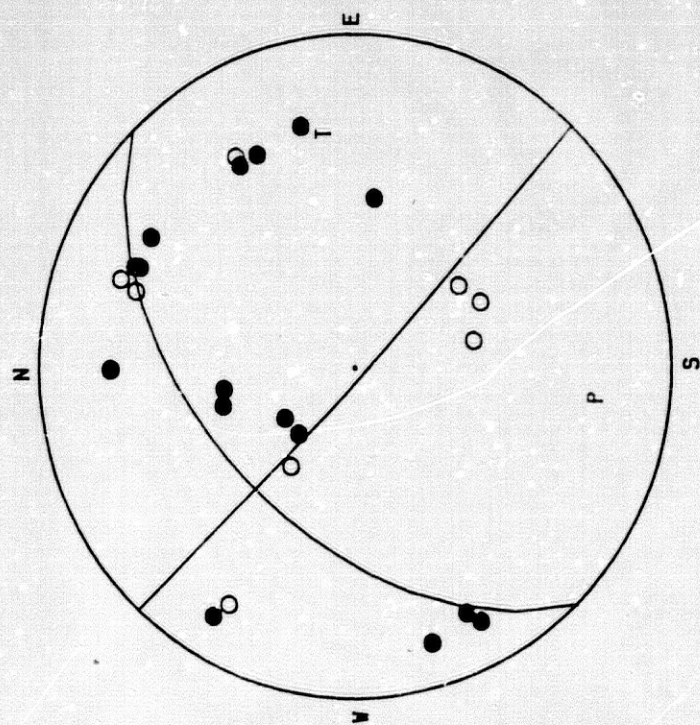
$h = 15 \text{ Km.}$

$m = 4.9$

	PLANOS			EJES		
	I	II	B	P	T	B
$\psi$	20	110	154	245		
$\Sigma$	90	76NE	10	8		

360

Fig. 10-45. Mecanismo focal de una réplica del día 24 de Noviembre de 1973. (Hatzfeld, 1978).

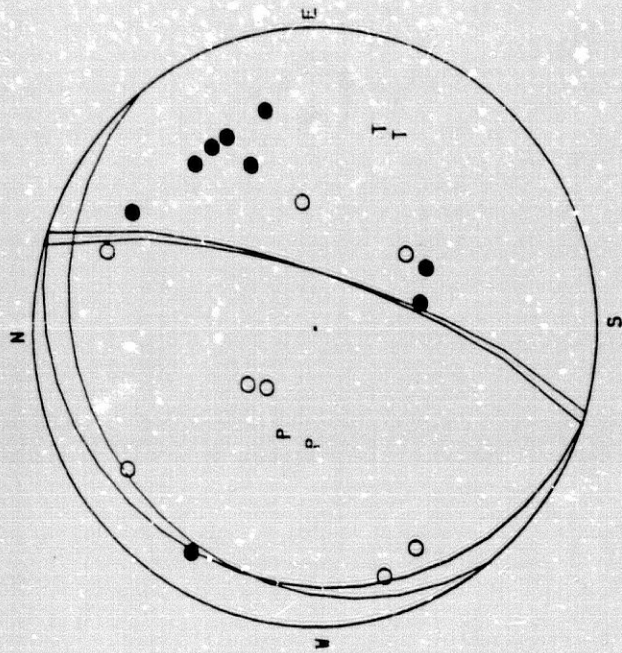


D24N73. CYD

R24N73. MEC

SOL	ERR	AZ	T	DP	T	AZ	P	DP	P	AZ	B	DP	B
1	3	82	29	187	25	311	50						

Fig.10-44. Mecanismo focal del terremoto argentino de 24 de Noviembre de 1973.



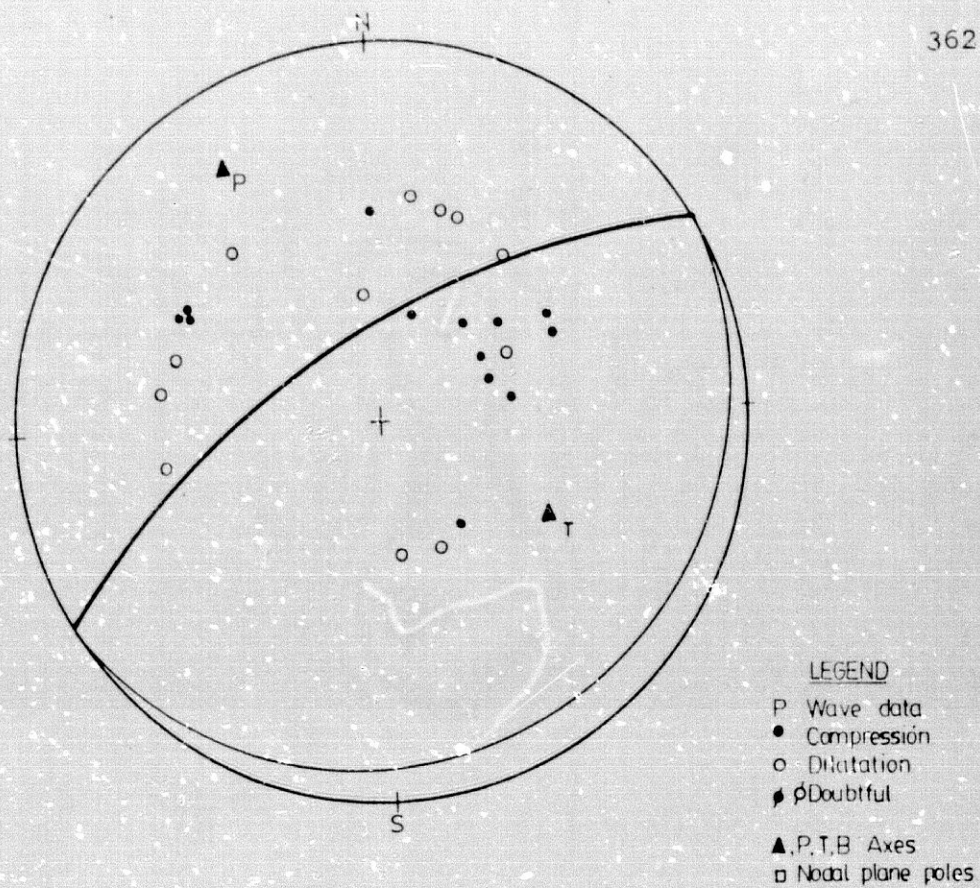
D34N73. CYD

P34N73. MEC

SOL	ERR	AZ	T	DP	T	AZ	P	DP	P	AZ	B	DP	B
1	2	116	29	273	58	20	10						
2	2	110	36	290	60	200	0						
3	2	110	30	290	60	20	0						

Fig. 10-46. Mecanismo focal recalculado de una réplica del día 24 de Noviembre de 1973.





25-Nov-1973

(36.14N , 4.47E)

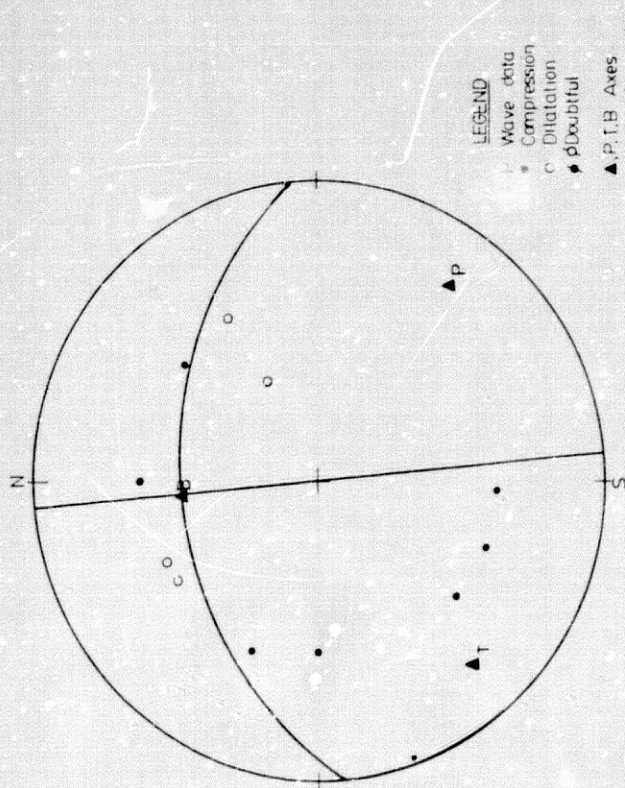
 $H_0 =$ 

h= 19 Km.

m= 4.7

	PLANOS		EJES		
	I	II	P	T	B
$\psi$	60	60	330	120	
$\delta$	72NW	18SE	25	65	

Fig. 10-47. Mecanismo focal de una réplica del día 25 de Noviembre de 1973. (Hatzfeld, 1978).



LEGEND  
 Wave data  
 • Compression  
 ○ Dilatation  
 ◐ Doubtful  
 ▲ P, T Axes  
 □ Nodal plane poles

13-Jun-1974

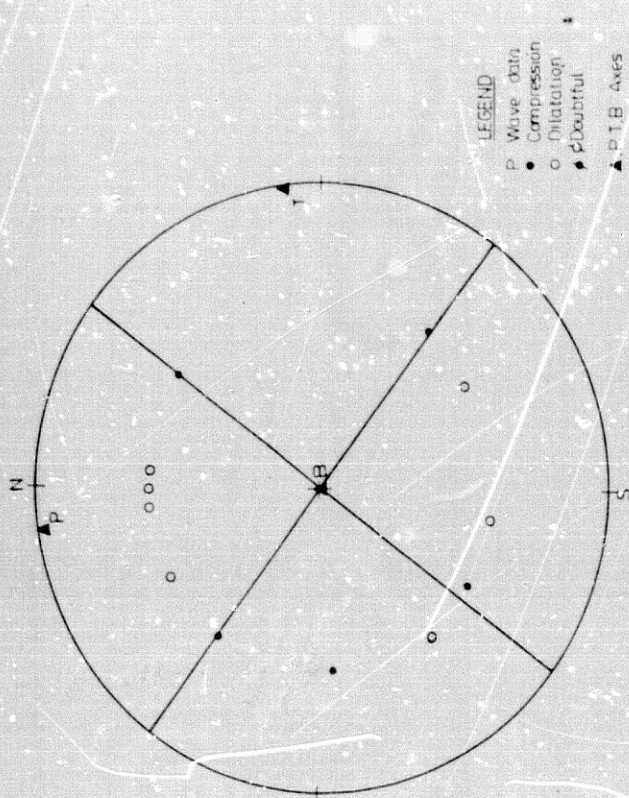
	PLANOS			EJES		
	I	II	B	P	T	B
$\chi^2$	84	174		128	230	
$\delta$	50N	90		26	26	

(36.88N, 4.06 W)

h= 69

m= 4.2

Fig.10-48. Mecanismo focal del terremoto subcortical de Sierra Tejada de 13 de Junio de 1974. (Hatzfeld, 1978).



LEGEND  
 Wave data  
 • Compression  
 ○ Dilatation  
 ◐ Doubtful  
 ▲ P, T Axes  
 □ Nodal plane poles

14-Jul-1974

	PLANOS			EJES		
	I	II	B	P	T	B
$\chi^2$	36	126		351	81	
$\delta$	90	90		0	0	

(35.58N, 3.68W)

h= 2.5 Km.

m= 4.3

Fig. 10-49. Mecanismo focal del terremoto del Mar de Alborán de 14 de Julio de 1974. (Hatzfeld, 1978; Hatzfeld y Frogneux, 1980)

## Mecanismos focales Béticas-Alborán.

El terremoto de Alborán del 14 de Julio de 1974 tiene un mecanismo de cizallamiento puro según Hatzfeld (1978) y Hatzfeld y Frogneux (1980), con eje P en dirección NS (Fig 10-49).

El terremoto del 7 de Agosto de 1975, de profundidad intermedia ( $h = 98$  Km) comprobada con distintos métodos, entre ellos utilizando los datos de fases pP (Fig 10-50), tiene su epicentro en el Mar de Alborán frente a las costas de Málaga. Su mecanismo focal ha sido calculado por Hatzfeld (1978) (Fig 10-51), Hatzfeld y Frogneux (1980) (Fig 10-52) y Grimison y Chen (1986) (Fig. 10-53). Las tres soluciones son muy parecidas, siendo mezcla de falla inversa y de salto en dirección con eje P orientado casi EW, dirección característica de terremotos de profundidad intermedia de este área.

El sismo de Lorca del 6 de Junio de 1977 fué analizado con la ayuda de una red portátil por Mezcua (1980), determinando un mecanismo de falla normal con eje P en dirección NE-SW (Fig 10-54). Los mecanismos focales de las réplicas (Mezcua et al, 1984) corresponden la mayoría a fallas inversas con componente de desgarre, con eje P en dirección NE-SW y otros dos conjuntos a fallas normales con importante cizallamiento lateral, (Fig 10-55). El mecanismo focal que se obtiene con datos de boletín (Fig 10-56) difiere del obtenido por Mezcua (1980), aunque la solución determinada por este ha de ser más fiable al poseer más datos y controlar mejor las coordenadas hipocentrales con los datos de las estaciones de una red portátil que operaba en el área.

El mecanismo del sismo granadino superficial de 20 de Marzo de 1979, uno de los más importantes de este episodio de actividad sísmica en la Depresión de Granada, da una solución combinación de fallamiento inverso y de desgarre (Fig 10-57).

El mecanismo del terremoto subcortical del 20 de Junio de 1979,  $h=72$  Km, fué calculado por Vidal et al (1982) y se ha recalculado ahora con algún dato más (Fig 10-58). Dos soluciones parecidas son posibles, una con uno de los planos nodales casi vertical, fallamiento inverso casi vertical con desgarre (tal como la calculada por Vidal et al 1982) y otra solución de falla inversa. En ambos casos el eje P está en dirección cercana al EW. Esta orientación de ejes P en los mecanismos subcorticales y profundos calculados en las Béticas se repite, lo que indica un esfuerzo compresivo predominante de dirección EW.

Station	$\Delta$ , deg	Azimuth, deg	$\delta T$ pP-P <sup>a</sup>	$\delta T$ sP-P <sup>b</sup>	$\delta T$ pwP-P <sup>c</sup>
KON	25.0	17.	22±1		
UME	31.3	21.	23.0±0.5		
SHL	80.0	66.	25.0±0.5		
CHG	89.3	67.	24±1		
KRL	58.5	68.	24.5±0.5	33.0±0.5	
QUE	58.7	74.	25±1		
OXF	66.9	-63.	24.0±0.5		
FVM	66.0	-60.	24.0±0.5		
TUC	83.0	-55.	25±1		
GSC	84.9	-49.	25.0±0.5		
DAG	41.0	-5.	23.0±0.5	34.0±0.5	

<sup>a</sup>Travel time difference between pP and P (seconds).  
<sup>b</sup>Travel time difference between sP and P (seconds).  
<sup>c</sup>Travel time difference between pwP and P (seconds).

7 AUG. 1975

Grimison and Chen:

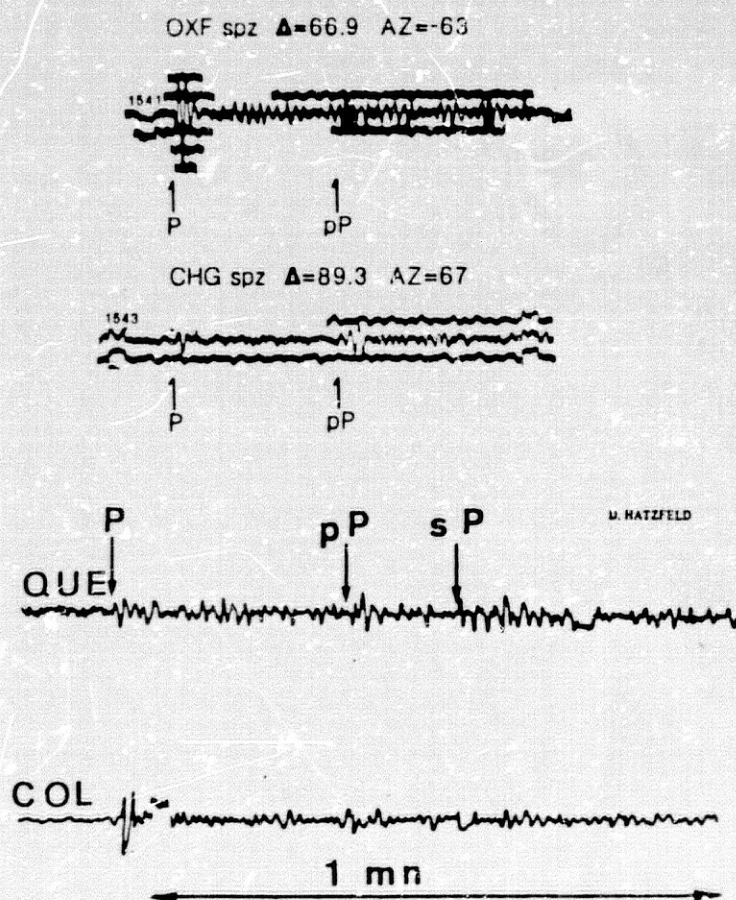
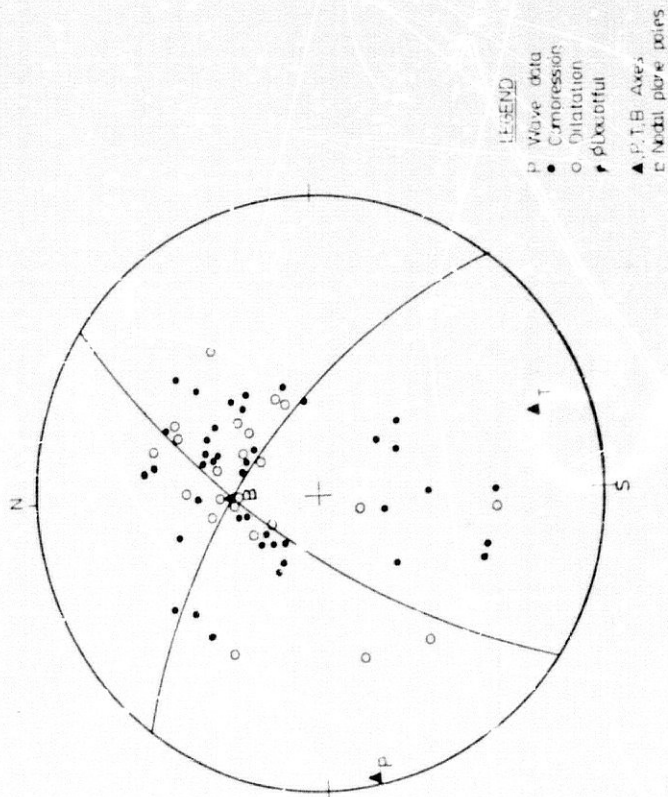


Fig. 10-50. Fases P y pP del sismo intermedio de 7 de Agosto de 1975 (abajo) y diferencias de TT entre pP y P y sP y P (arriba).



7-Aug-1975

(36.40N, 4.42W)

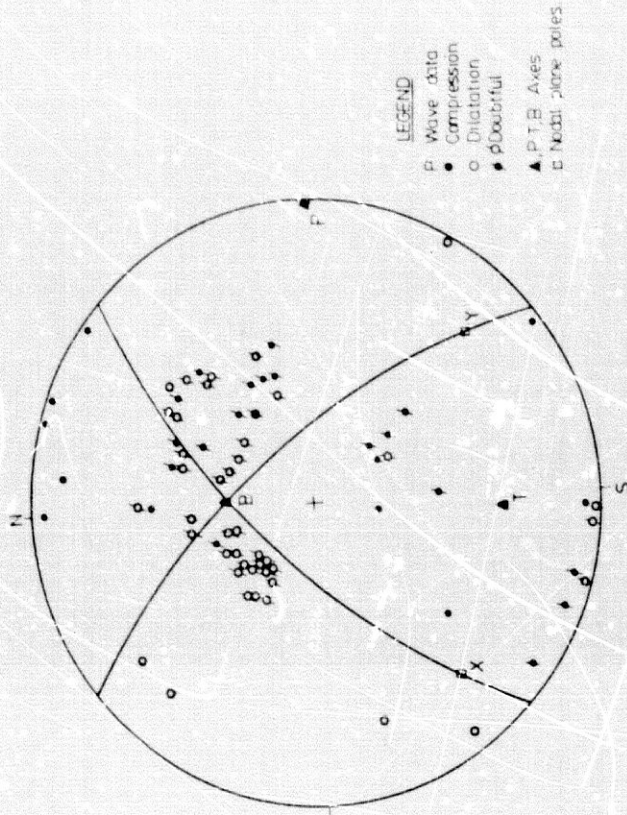
$H_0 =$

$h = 94$  Km.

$m = 5.1$

	PLANOS			EJES		
	I	II		P	T	B
$\rho$	32	128		260	168	-
$\delta$	76NW	70NE		4	26	-

Fig. 10-51. Mecanismo focal del terremoto intermedio del Mar de Alborán de 7 de Agosto de 1975 (Hatzfeld, 1978).



7-Agost-1975

(36.41N, 04.48W)

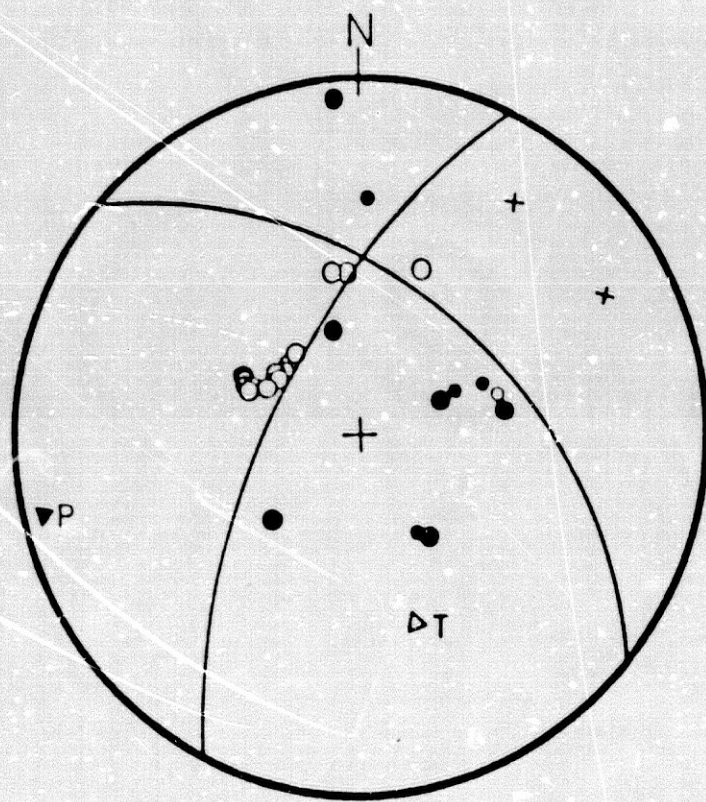
$H_0 = 15$  30 22.9

$h = 105$

$m = 5.1$

I	POLOS			EJES		
	Y	P	T	P	T	B
$\rho$	136	234		95	1P	
$\delta$	20	20		00	30	

Fig. 10-52. Mecanismo focal del terremoto intermedio del Mar de Alborán de 7 de Agosto de 1975 (Hatzfeld y Froeyneux, 1980).

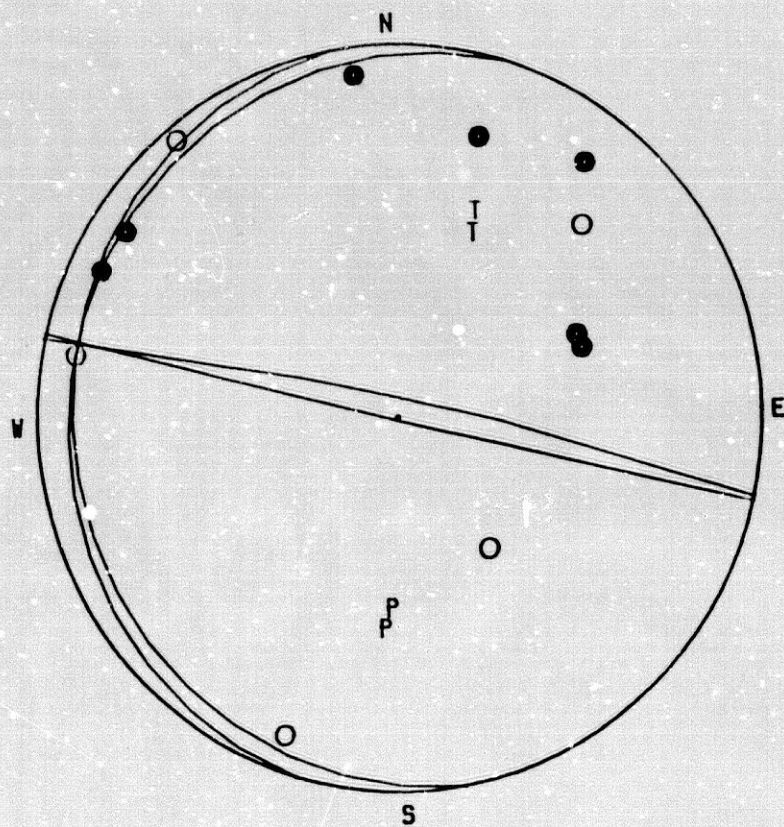


8.7.75

Origin Time, <sup>1</sup> hr:min:s	Latitude, <sup>1</sup> °N	Longitude, <sup>1</sup> °E	$m_b$ <sup>1</sup>	Strike, deg	Dip, deg	Slip, deg	Depth, <sup>2</sup> km
1530:22.5	36.40	-4.42	5.1	208±5	70±2	142±5	100±5

Fig. 10-53. Mecanismo focal del terremoto intermedio del Mar de Alborán de 7 de Agosto de 1975. (Grimison y Chen, 1986).





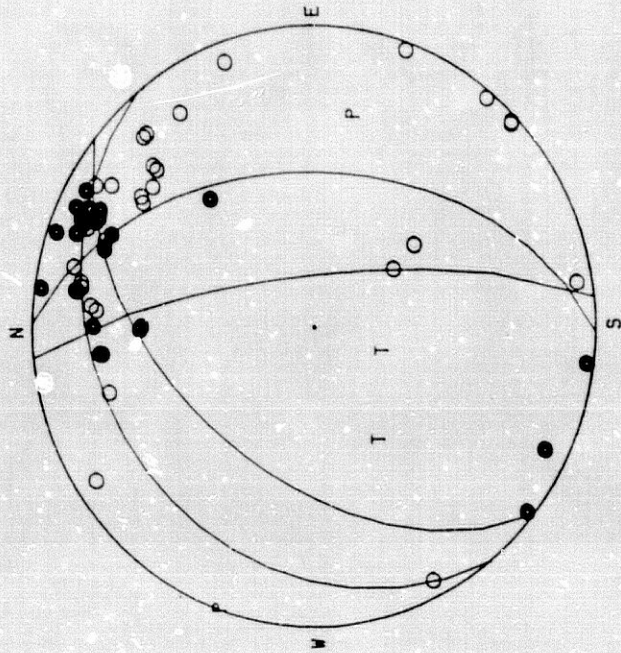
D06J77.CYD

S06J77.MEC

SOL	ERR	AZ T	DP T	AZ P	DP P	AZ B	DP B
1	1	24	44	184	43	284	10
2	1	22	39	182	48	284	10

Fig. 10-56. Solución al mecanismo focal del sismo de 6 de Junio 1977 con datos de boletfn.

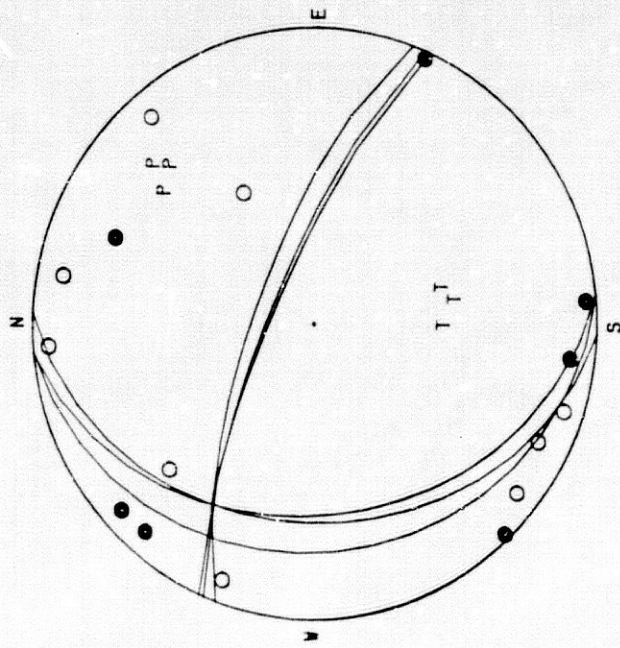




D20J79.CYD

S20J79.MEC

SOL	ERR	AZ	T	DP	T	AZ	P	DP	F	AZ	B	DP	B
1	10	239	54	101	28	360	20						
2	11	197	70	290	1	21	20						



D20M79.CYD

S20M79.MEC

SOL	ERR	AZ	T	DP	T	AZ	P	DP	P	AZ	B	DP	B
1	2	169	48	46	25	300	30						
2	2	162	51	43	21	300	30						
3	2	179	52	40	29	298	20						

Fig. 10-57. Mecanismo focal del terremoto granadino de 20 de Marzo de 1979.

Fig 10-58. Mecanismo focal del terremoto intermedio granadino del 20 de Junio de 1979. La solución 1 es similar a la obtenida por Vidal et al (1982).

## Mecanismos focales Béticas-Alberán.

El mecanismo focal del terremoto de El Asnam, de 10 de Octubre de 1980 ( $M_s = 7.3$ ,  $m = 6.0$ ) ha sido analizado por distintos autores. Ouyed et al (1981) obtuvieron con datos de largo periodo (Fig. 10-59), un mecanismo de falla inversa de dirección N 280 y buzamiento  $52^\circ$ .

Deschamps et al (1982) obtuvieron una solución similar con un plano de falla con rumbo N45E, buzamiento  $54^\circ$  y una pequeña componente de desgarre sinistorsa ( $\lambda = 83$ ), como habían sugerido las observaciones de campo de la falla (Ouyed et al, 1981). El modelado realizado con una fuente múltiple suponiendo 3 eventos está representada en la Fig. 10-60.

Cisternas et al (1982) obtuvieron el mecanismo de algunas réplicas importantes (Fig. 10-61) y el mecanismo conjunto de las réplicas de 3 sectores distintos de la falla (Fig. 10-62) con datos de una red portátil. Los mecanismos corresponden a fallamientos inversos con una componente de desgarre mayor o menor dependiendo del sector de falla analizada.

El mecanismo del sismo del 5 de Marzo de 1981, con epicentro en las costas de Alicante, corresponde a una falla normal según Mezcueta et al (1984) y que ha sido recientemente reevaluado (Buforn, 1986).

El mecanismo del terremoto del 24 de Junio de 1984 aquí calculado (Fig. 10-63) indica un mecanismo de falla normal, con eje T horizontal casi EW. De los datos macrosísmicos recogidos "in situ" por Vidal y Alguacil (en prensa) se deduce que el plano de falla más probable es el de dirección N 40-50 W (Fig. 9-23).

El mecanismo del sismo de Montilla del 26 de Mayo de 1985, indica una combinación de fallamiento inverso y de desgarre con eje P en dirección EW (Fig. 10-64). La réplica ocurrida una hora más tarde tiene el mismo mecanismo (Fig. 10-65), y también se ha comprobado que el mecanismo conjunto de las réplicas tiene idéntica solución (Fig. 10-66 y 10-67). Tan solo unos cuantos eventos de los registrados cercanos al área fuente muestran una orientación de planos focales distinta al del principal.

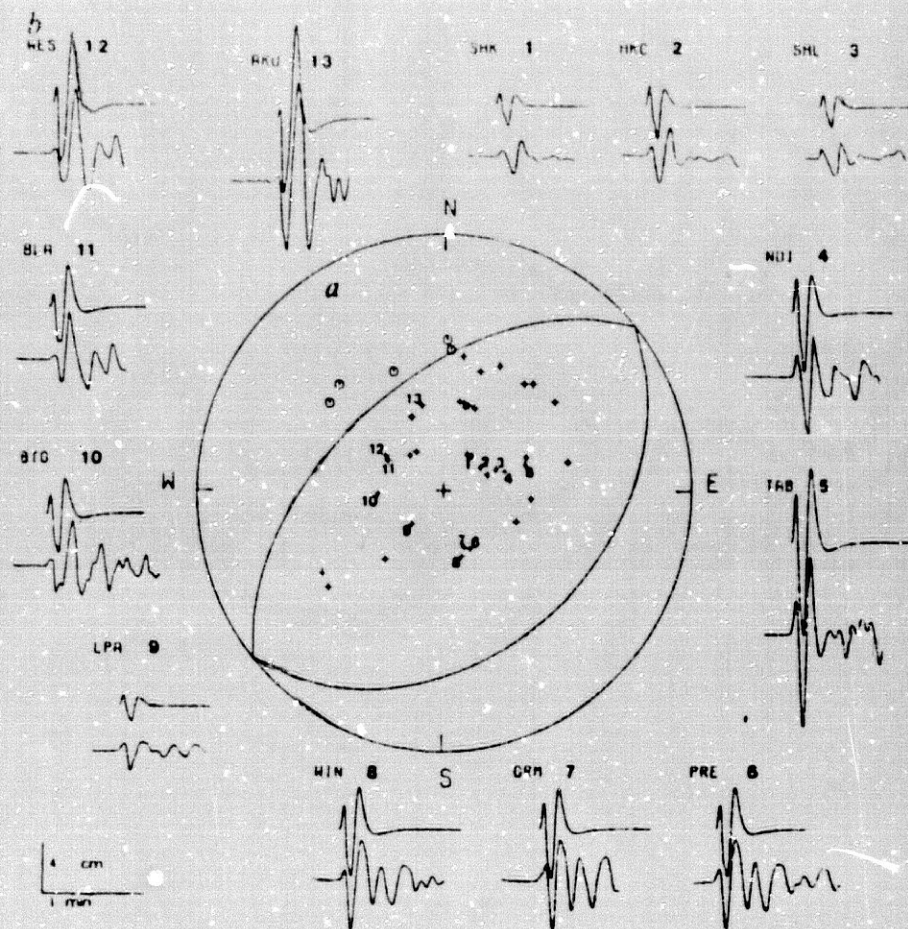


Fig. 10 - 59. Mecanismo focal del terremoto de El Asnam de 10 de Octubre de 1980 con datos de largo periodo.  $\odot$  dilataciones,  $\oplus$  compresiones. Sismogramas sintéticos (encima) y reales (debajo). (Ouyed et al, 1981).

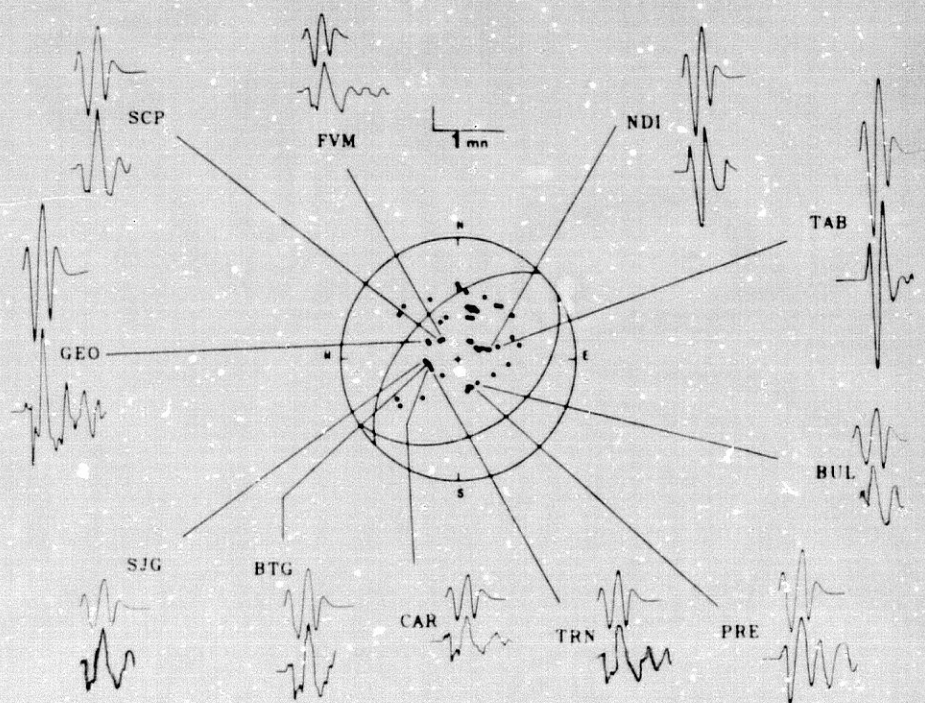
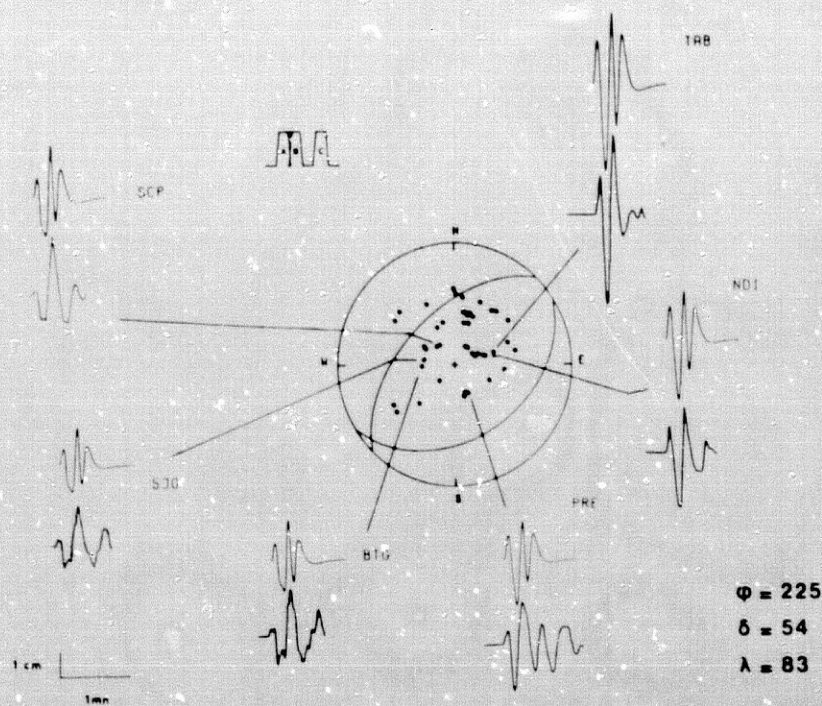


Fig. 10-60. A) Mecanismo focal del sismo de E! Asnan obtenido suponiendo una función temporal múltiple ( parte superior ). Los sismogramas sintéticos ( encima ), los reales ( debajo ). B) Idem modelando una fuente compleja con tres eventos con un tiempo entre ellos para simular barreras. ( Deschamps et al, 1982 ).

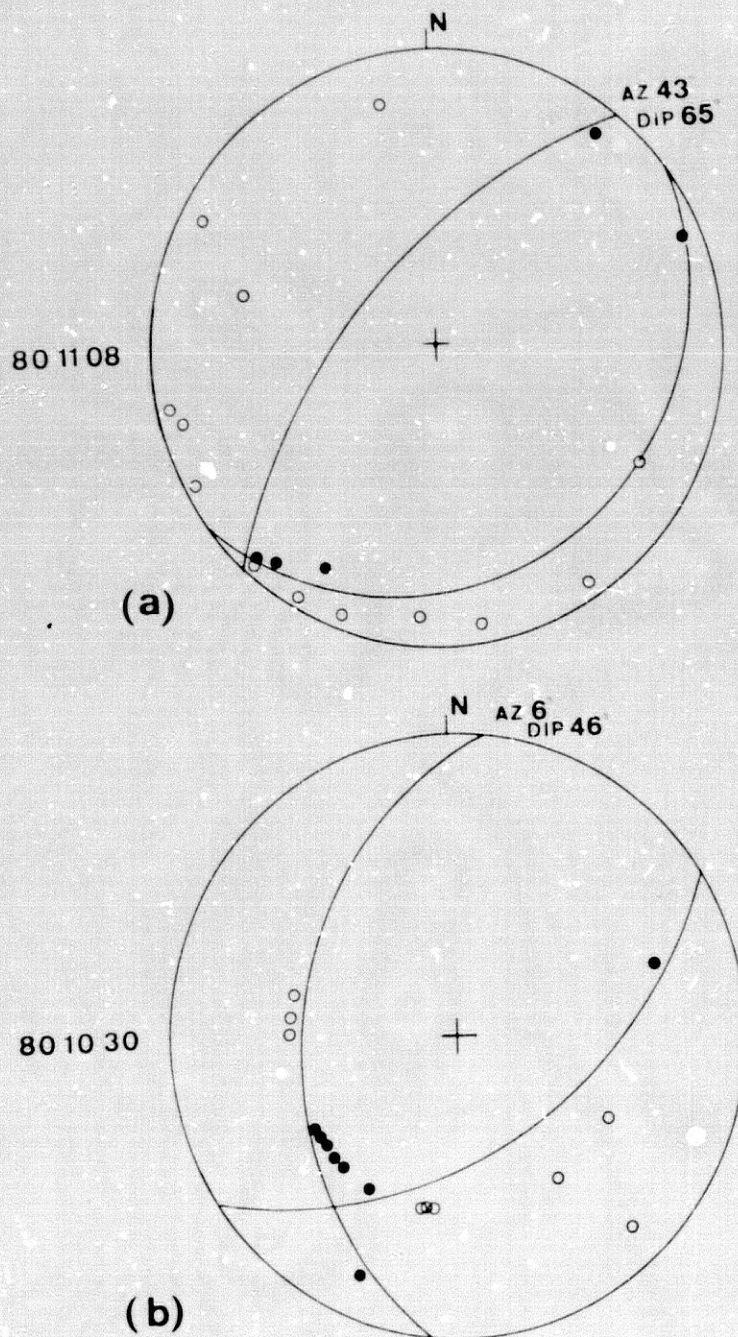


Fig. 10-61. Mecanismo focal de las réplicas del sismo de El Asnam:  
 A) Réplica del 8 de Noviembre de 1980.  
 B) Réplica del 30 de Octubre de 1980. ( Cisternas et al, 1982 )

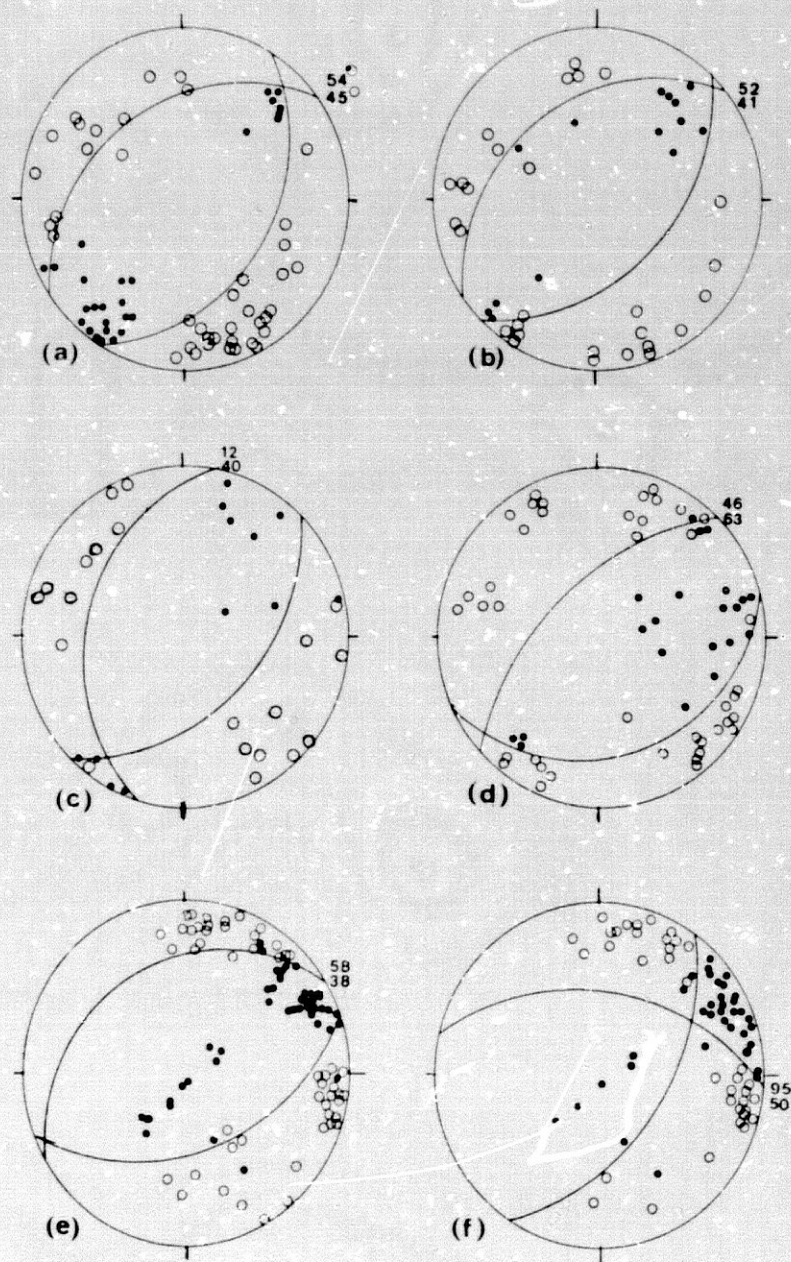
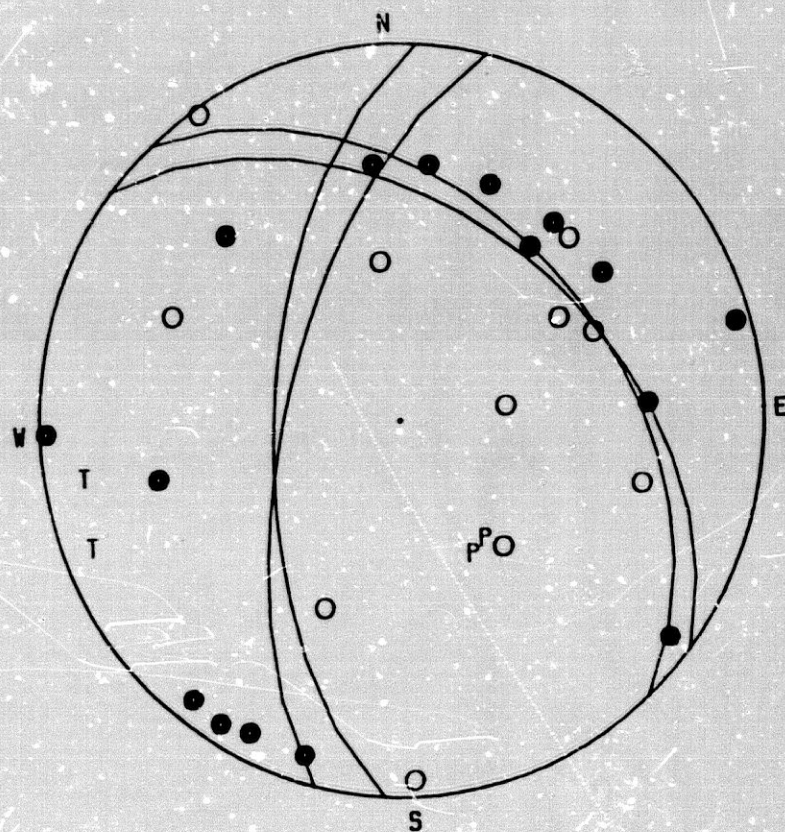


Fig. 10-62. Mecanismo focal conjunto de las réplicas del sismo de El Asnam con datos de una red local. a) y b) réplicas del segmento SW de la falla, c) y d) del segmento central; e) y f) de la parte NE de la falla. ( Cisternas et al, 1982 )

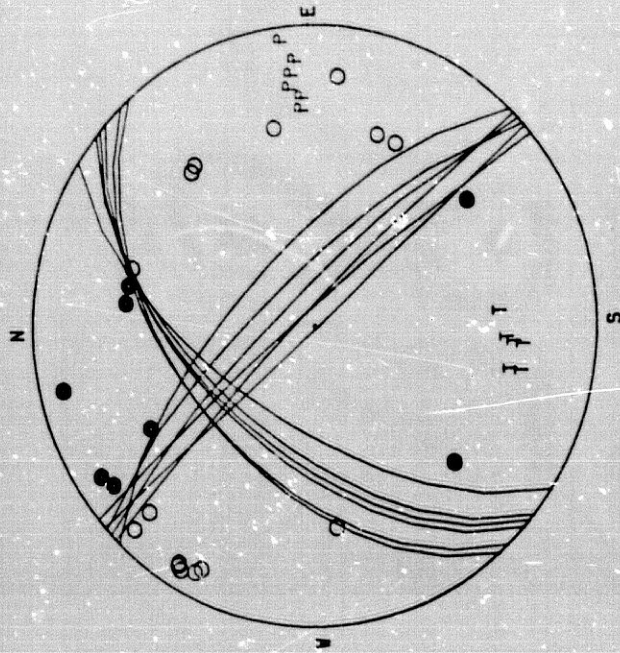


D24J01.CYD

S24J01.MEC

SOL	EKR	AZ T	DP T	AZ P	DP P	AZ B	DP B
1	3	262	13	151	55	360	30
2	3	250	9	144	58	346	30

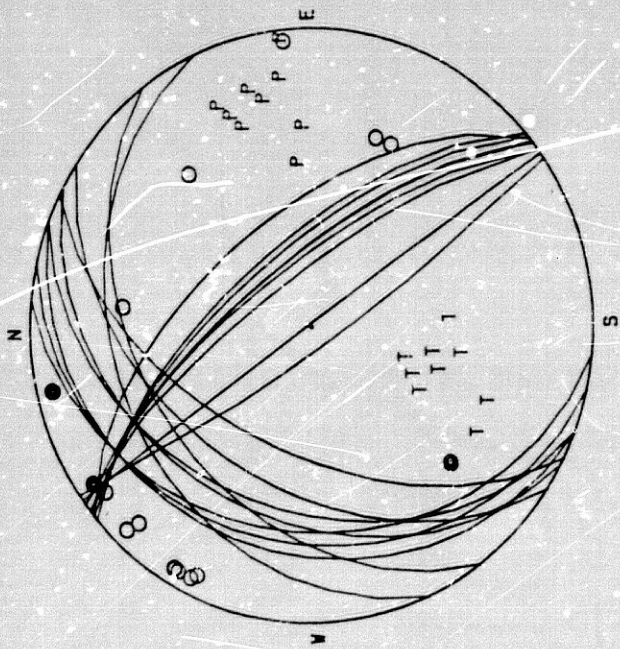
Fig.10-63 Mecanismo focal del sismo del Sur de la Depresión de Granada de 24 de Junio de 1984.



D26M85.CYD

SOL	ERR	AZ	T	DP	T	AZ	P	DP	P	AE	B	DP	B
1	0	185	27	84	20	322	55						
2	0	185	30	85	16	331	55						
3	0	184	32	86	11	340	55						
4	0	176	34	83	3	348	50						
5	0	192	26	87	27	318	50						
6	0	192	30	87	23	326	50						

S26M85.MEC



DF1.CYD

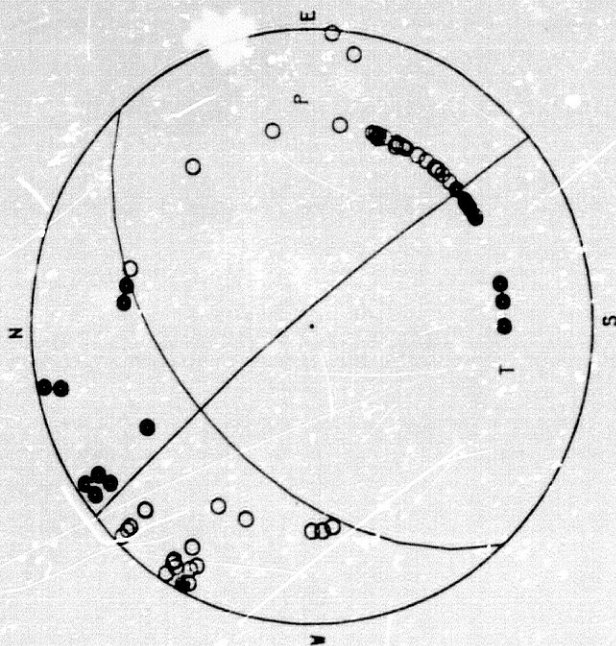
SOL	ERR	AZ	T	DP	T	AZ	P	DP	P	AZ	S	DP	D
1	0	202	33	87	21	326	40						
2	0	189	45	83	15	339	40						
3	0	176	49	84	1	352	40						
4	0	211	32	85	42	323	30						
5	0	198	51	78	21	334	30						
6	0	191	54	75	17	334	30						
7	0	209	54	71	28	329	20						
8	0	203	58	69	23	329	20						
9	0	196	61	67	18	329	20						

SF1.MEC

Fig. 10-64. Mecanismo focal del terremoto del Norte de Montilla de 26 de Mayo de 1985.

Fig. 10-65. Mecanismo focal de una réplica del sismo del 26 de Mayo de 1985.



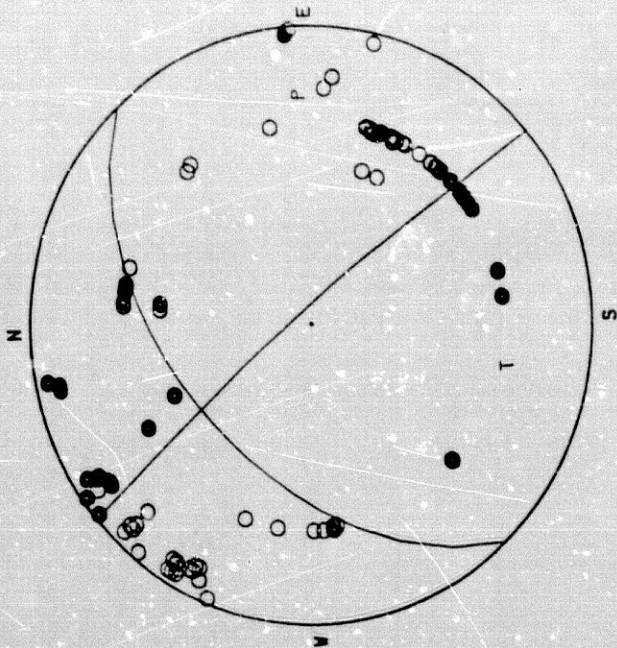


DT1.CYD

ST1R.MEC

SOL	ERR	AZ	T	DP	P	AZ	P	DP	P	AZ	B	DP	E
1	2	192	30	87	23	326	50						

Fig. 10-66 Mecanismo focal conjunto de las réplicas de los días siguientes al sismo de 26 de Mayo de 1985.



DCOR85.CYD

SCOR85.MEC

AZ	T	DP	P	AZ	P	DP	P	AZ	B	DP	B
192	30	87	23	326	50						

Fig. 10-67. Mecanismo focal conjunto del sistema principal de 26 de Mayo de 1985 y sus réplicas y microterremotos posteriores del área de Montilia.

### Mecanismos focales Béticas-Alborán.

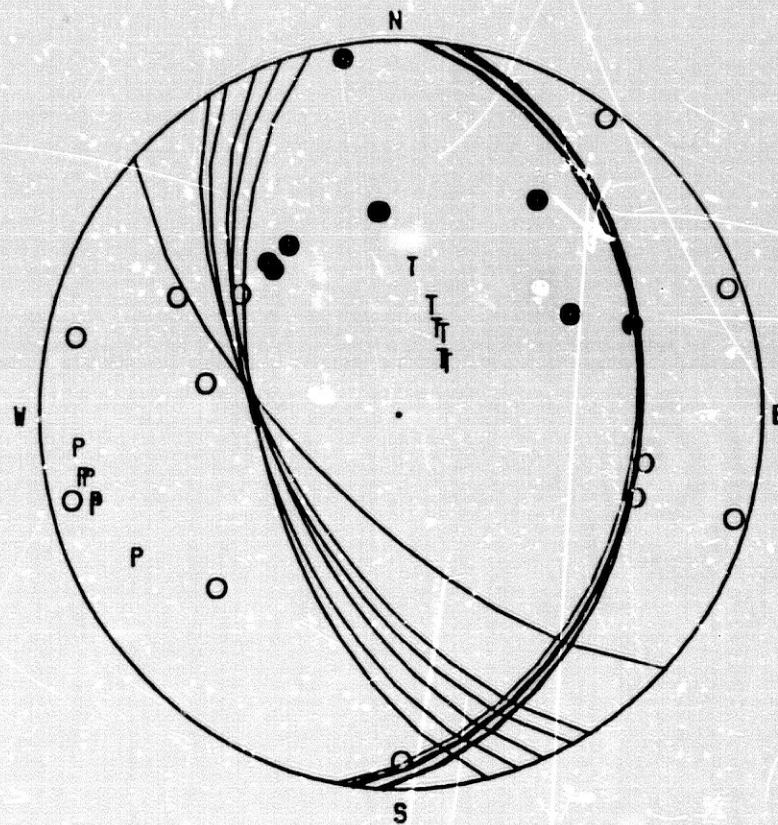
El mecanismo del sismo de Atarfe del 26 de Abril de 1986 indica también un movimiento de falla inversa con eje P horizontal en dirección EW (Fig 10-68). La dirección de los planos nodales de la solución obtenida para 1 error es cercana a las fallas visibles en superficie de dirección N 40-50 W que cortan Sierra Elvira y está acorde con la distribución de las mayoría de las réplicas. (Otras réplicas siguen una dirección N 60-80 E correspondiente asimismo a otro sistema de fracturas visibles en la parte S de Sierra Elvira). La solución con 0 errores correspondería a fracturas NS, que no son visibles en superficie, tan solo se detectan pequeños lineamientos geomorfológicos de ésta dirección NS al N de Sierra Elvira.

Los mecanismos de los terremotos del Golfo de Cádiz y del SW del Cabo San Vicente son de falla inversa o de desgarre, con ejes P en direcciones casi N-S.

Las soluciones calculadas de terremotos argelinos (entre 0 y 5 E), son de falla inversa y algunos de desgarre, con ejes P predominantemente en direcciones NW-SE a N-S.

En el Mar de Alborán y N de Marruecos los mecanismos son de fallas de desgarre o inversas con componente de desgarre, con ejes P con direcciones NNW a NNE y algunos WNW. Los profundos tienen ejes P en direcciones casi E-W.

En las Béticas los mecanismos de sismos subcorticales y muy profundos tienen ejes P en dirección E-W. Los sismos superficiales tienen mecanismos de falla inversa con ejes P aproximadamente E-W unos y otros mecanismos de falla normal con ejes T en direcciones cercanas al SE-NW y al E-W.



D26A03.CYD

S26A03.MEC

SOL	ERR	AZ T	DP T	AZ P	DP P	AZ B	DP B
1	0	6	57	242	19	143	25
2	1	18	65	255	14	159	20
3	1	25	69	254	14	160	15
4	1	30	69	259	13	165	15
5	1	39	74	259	12	167	10
6	1	44	74	264	12	172	10

Fig. 1C-68. Mecanismo focal del sismo de Atarfe (Granada) de 26 de Abril de 1986.

Mecanismos focales Béticas-Alborán.

## LOS MECANISMOS DE PEQUEÑOS TERREMOTOS DE LAS BÉTICAS CENTRALES.

La interpretación de las soluciones de los mecanismos focales de terremotos de muy baja magnitud es difícil ya que los movimientos de las fallas están controlados por el modelo de esfuerzos regional (predominantemente) y también por la dirección de la fracturación preexistente y los esfuerzos locales, condicionado esto último por la estructura geológica local y la actividad sísmica espacial y temporalmente próxima. Así los mecanismos de los sismos de  $M(t) < 4.0$  de las Béticas Centrales aquí calculados, han de presentar una variedad de soluciones de planos de falla acordes con las condiciones de esfuerzos regionales y locales actuantes.

Los mecanismos determinados corresponden a terremotos de magnitud entre 3.0 y 5.2, aunque los de  $m \gg 4.0$  ya han sido analizados en el apartado anterior. También se han analizado 9 mecanismos de microterremotos con  $3.0 > m \gg 2.5$ .

Presentaremos las soluciones obtenidas para sismos de las áreas de: Depresión de Granada y sus bordes, Costas de Málaga, Norte de Montilla (Fig. 10-69) y algunos mecanismos de sismos aislados como p.e. zona de Motril-Albuñol, Norte de la isla de Alborán, Montoro (Córdoba), etc.

### MECANISMOS DE LA CUENCA DE GRANADA Y SUS BORDES.

El área de la Depresión de Granada y sus bordes se ha dividido, para facilitar el análisis de resultados, en los siguientes sectores: Loja, Cacín-Alhama, Parte oriental y borde N de la Depresión.

#### Sector de Loja.

De la serie ocurrida en Febrero de 1986 se han calculado mecanismos individuales de un conjunto de sismos de magnitud igual o mayor de 2.8 (Fig 10-70). Analizadas las soluciones y vista la compatibilidad de las mismas, se calcularon los mecanismos conjuntos de distintos grupos de eventos consecutivos. Se ha determinado además el mecanismo conjunto de los días 14 al 25 de Febrero (Fig 10-78), representando la solución de esfuerzos actuantes.

El mecanismo conjunto LOJ-A correspondiente a los días

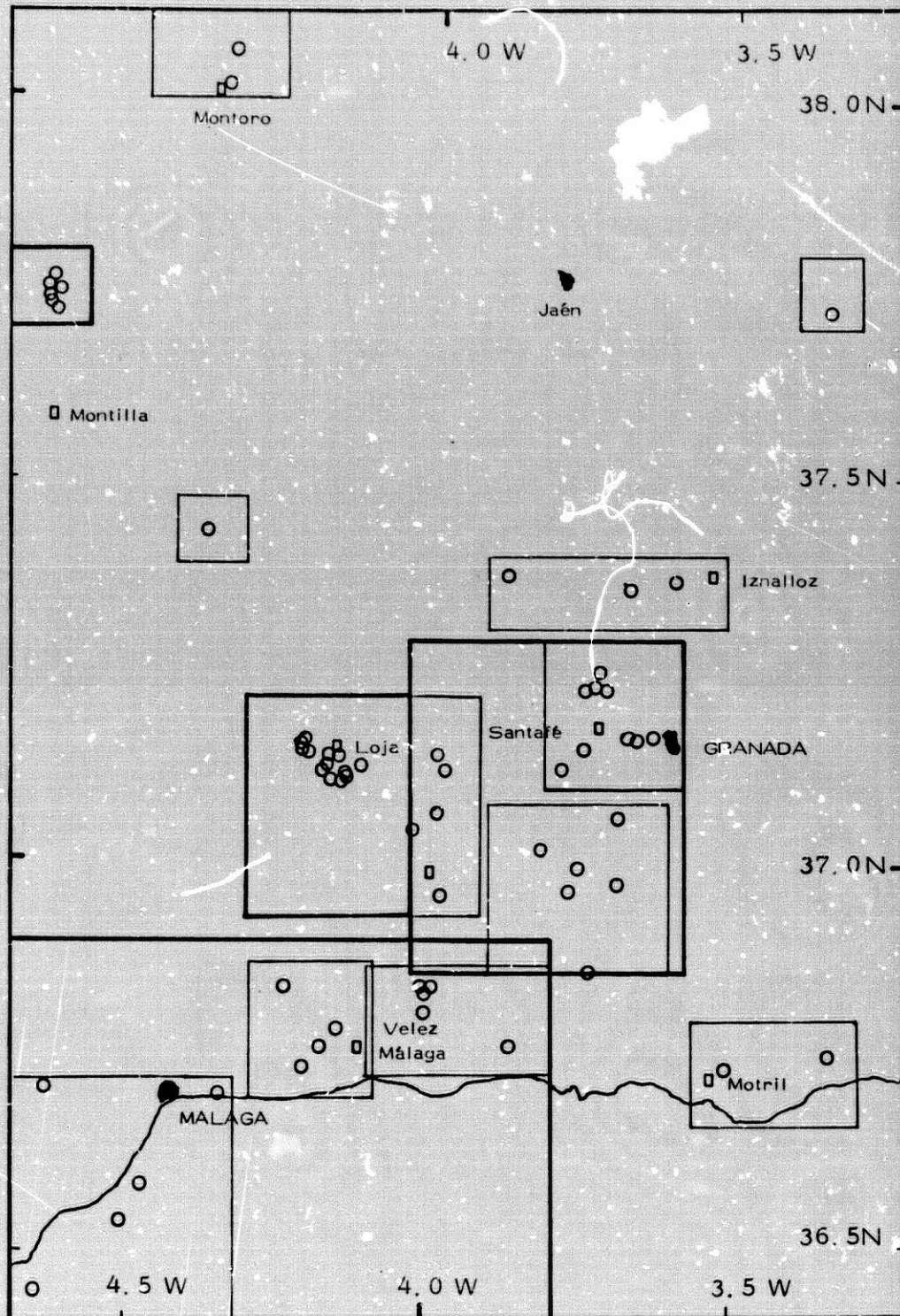
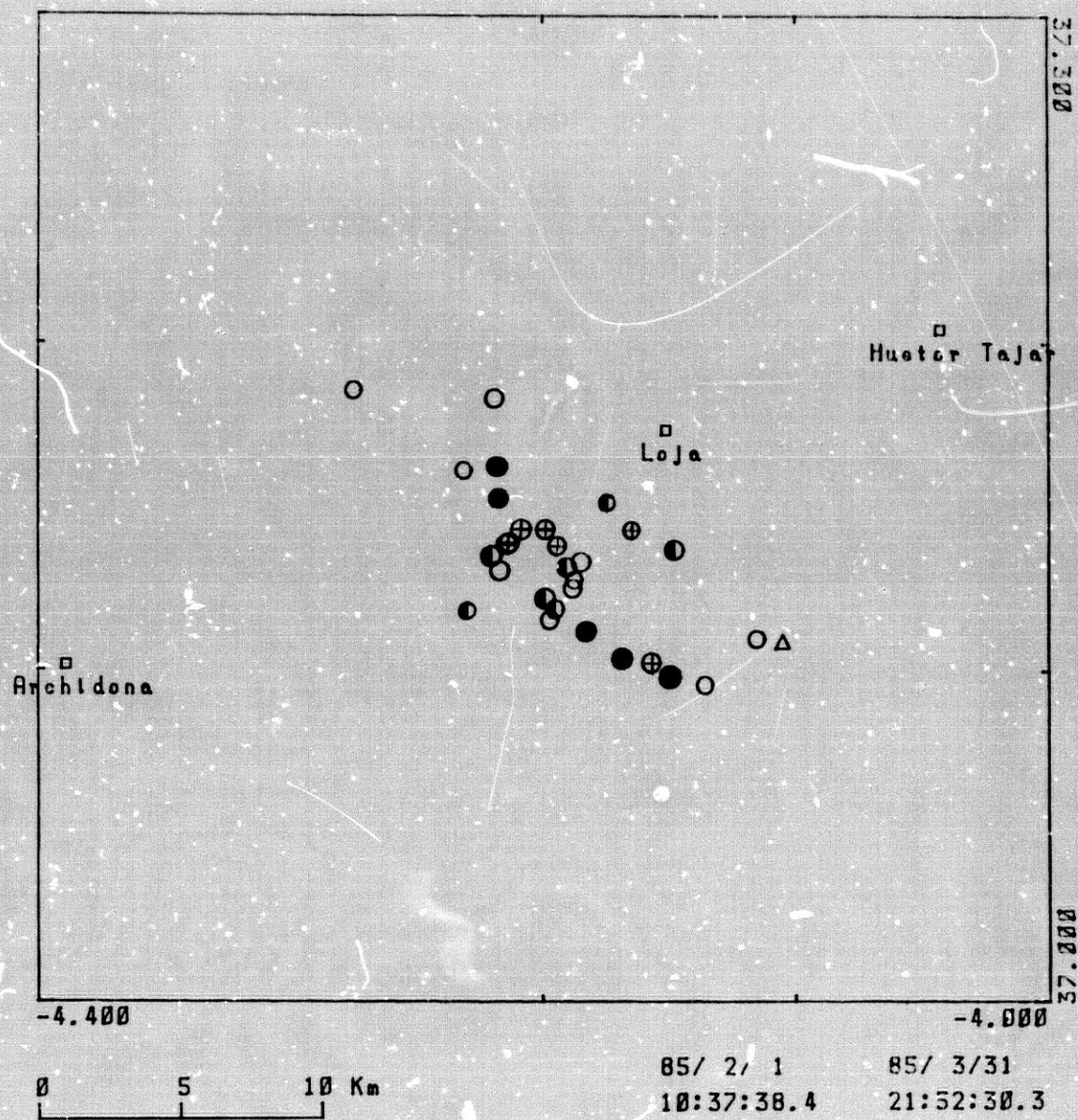


Fig. 10 - 69. (—)Areas y (---)Sectores en los que se harí agrupado los sismos para el análisis de sus mecanismos.



#### TERREMOTOS $M > 2.8$ SERIE LOJA

Fig. 10-70. Sismos serie Loja con mecanismo individual y conjunto calculado.

- ⊕ Sismos incluidos en el mecanismo conjunto de LOJA,
- Idem LOJB
- Idem LOJC

### Mecanismos focales Béticas-Alborán.

13 y 14 de Febrero (Fig. 10-71) se ha realizado con los datos de los sismos de la serie que aparecen marcados en la figura 10-70 y cuyas soluciones individuales se representan en las Fig. 10-72 y 10-73.

De igual modo el mecanismo conjunto denominado LOJ-B corresponde a 8 sismos del día 15 de Febrero (Fig. 10-74), cuyos epicentros aparecen en la Fig 10-70. Uno de los mecanismos individuales de este día está representado en la Fig 10-75.

El mecanismo conjunto LOJC (Fig. 10-76) corresponde a sismos de los días 16 al 25 de Febrero, representados en la fig 10-70, algunos de cuyos mecanismos individuales están representados en la fig 10-77.

El mecanismo conjunto de los sismos correspondientes a LOJ-A, LOJ-B y LOJ-C está representado en la Fig 10-78 y se ha denominado SELOJA.

Los mecanismos individuales corresponden a fallamientos normales con ejes T casi horizontales en dirección  $N 215 \pm 20$ . Los mecanismos conjuntos LOJ-A, LOB-B, LOJ-C y SELOJA dan como solución un movimiento de falla normal con eje T prácticamente horizontal orientado  $N 216 \pm 8$ , y buzamiento  $15 \pm 3$ .

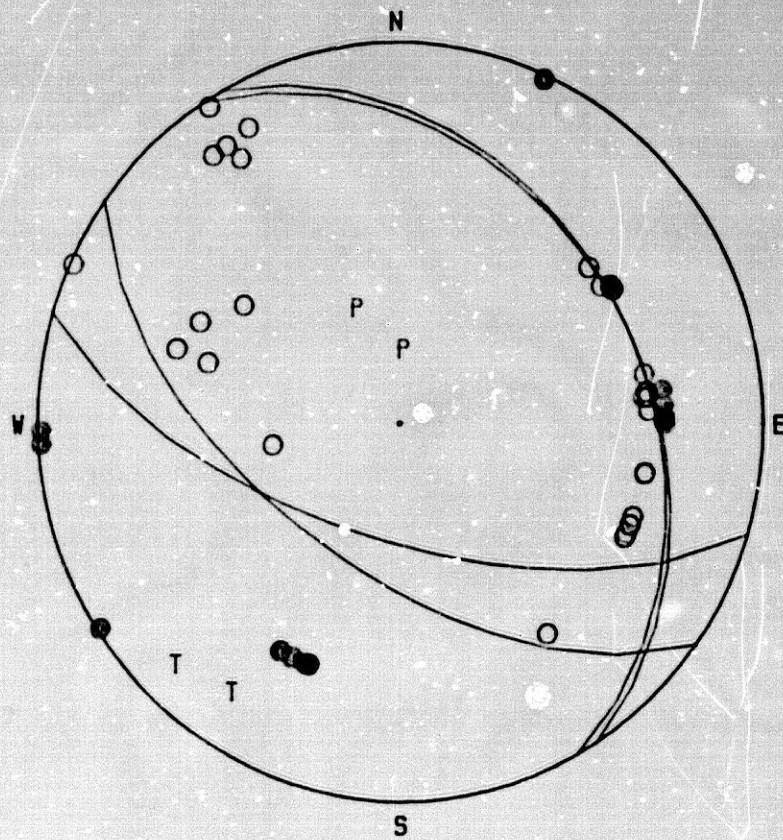
La solución obtenida es compatible con el sistema de fracturación  $N 30-40 W$ , que se perfila muy claramente como un accidente geomorfológico muy visible en la zona N de Sierra Loja y que continúa al N de ésta como lineamiento del río Genil. Esta línea de fracturación no estaba cartografiada anteriormente. Otras fracturas cartografiadas en la zona occidental y suroccidental del macizo tienen direcciones  $N 30-60 W$ , compatibles con los planos nodales determinados. Una muy buena compatibilidad presentan los datos del conjunto de la serie, salvo algunas excepciones, debido sobre todo a lo próximos que espacio-temporalmente se encuentran el conjunto de microterremotos.

También se han calculado mecanismos individuales pertenecientes a algunos sismos del sector de Loja (Fig 10-79), antes y después de la serie (6 Agosto 1984 a 30 Mayo 1986). La mayoría de las soluciones corresponde a fallas normales aunque la orientación de los ejes T de algunas cambia respecto al obtenido para el mecanismo conjunto. Algunas de estas soluciones individuales tiene un número insuficiente de datos, por lo que la información de la solución es solo tentativa, sino habría de recurrirse a

Fig. 10 - 71.

## MECANISMO CONJUNTO SERIE LOJA

Días 13 y 14 Febrero, 1985



LOJA.CYD

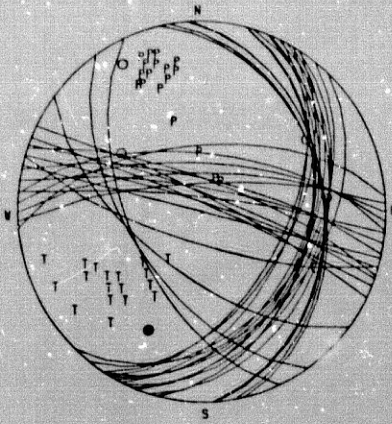
SLOJA.MEC

SOL	ERR	AZ T	DP T	AZ P	DP P	AZ B	DP B
1	1	213	16	340	63	117	20
2	1	224	12	5	73	132	10



13 FEB 1985  
 Ho = 20 40 32.6  
 37.143 N, -4.164 W  
 h = 6.5 Km  
 m = 2.8

SERIE LOJA

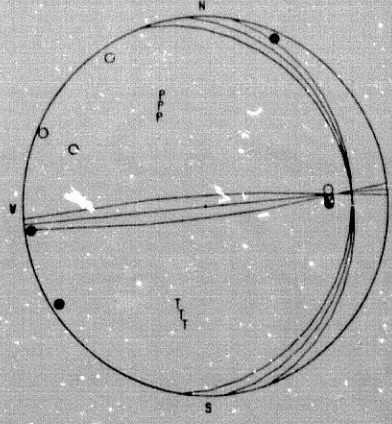


0801.CYD

0801.MEC

13 FEB 1985  
 Ho = 22 30 58.5  
 37.131 N, -4.191 W  
 h = 3.4  
 m = 2.9

SERIE LOJA

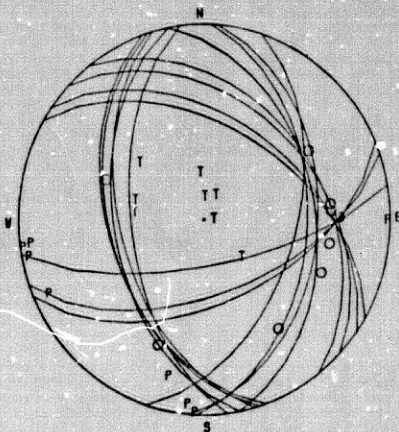


0805.CYD

0805.MEC

14 FEB 1985  
 Ho = 01 01 42.4  
 37.141 N, -4.210 W  
 h = 6.3  
 m = 3.4

SERIE LOJA

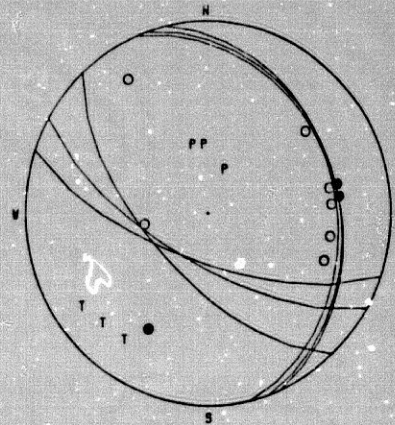


0810.CYD

0810.MEC

14 FEB 1985  
 Ho = 00 26 49.1  
 37.103 N, -4.157 W  
 h = 8.3  
 m = 3.2

SERIE LOJA



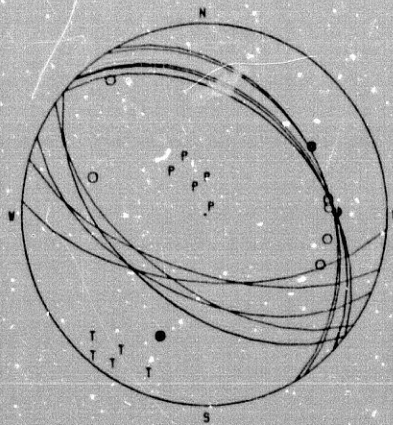
0809.CYD

0809.MEC

Fig. 10 - 72. Mecanismos focales de microterremotos individuales de la serie LOJ.A.

14 FEB 1985  
 Ho = 12 28 18.4  
 37.139 N, -4.212 W  
 h = 7.2  
 m = 3.5

SERIE LOJA

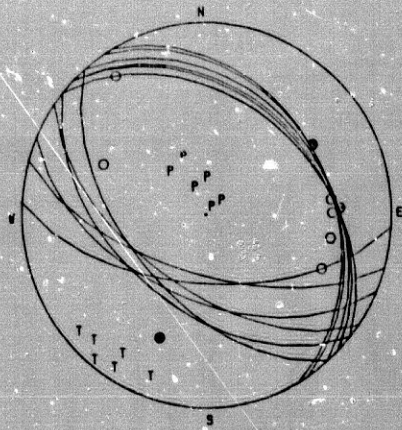


D629.CYD

S629.MEC

13 FEB 1985  
 Ho = 23 14 02.7  
 37.143 N, -4.199 W  
 h = 7.9  
 m = 3.1

SERIE LOJA

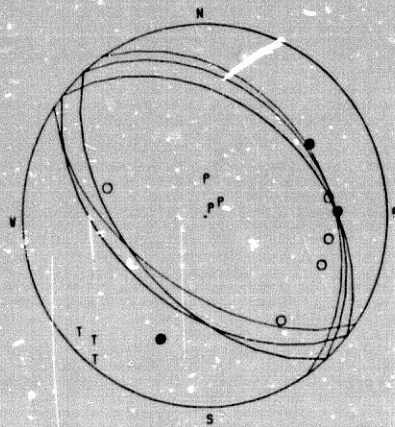


D688.CYD

S688.MEC

14 FEB 1985  
 Ho = 17 42 17.14  
 37.135 N, -4.208 W  
 h = 9.0  
 m = 3.1

SERIE LOJA



D632.CYD

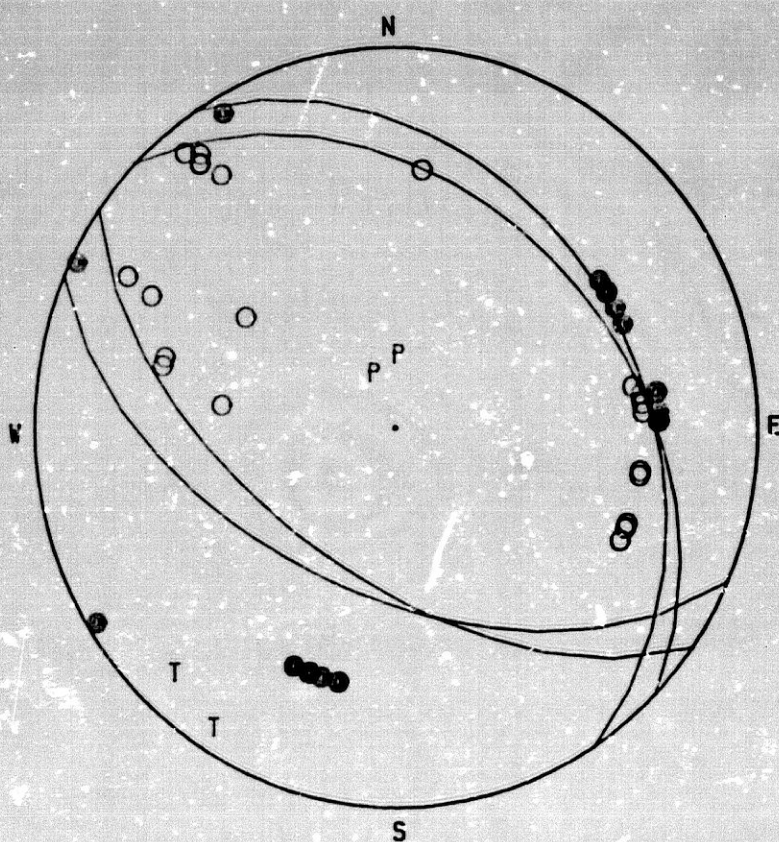
S632.MEC

Fig. 10 - 73. Mecanismos focales de microterremotos individuales de la serie LOJ. A.

Fig. 10 - 74.

## MECANISMO CONJUNTO SERIE LOJA

Dfa 15 Febrero, 1985



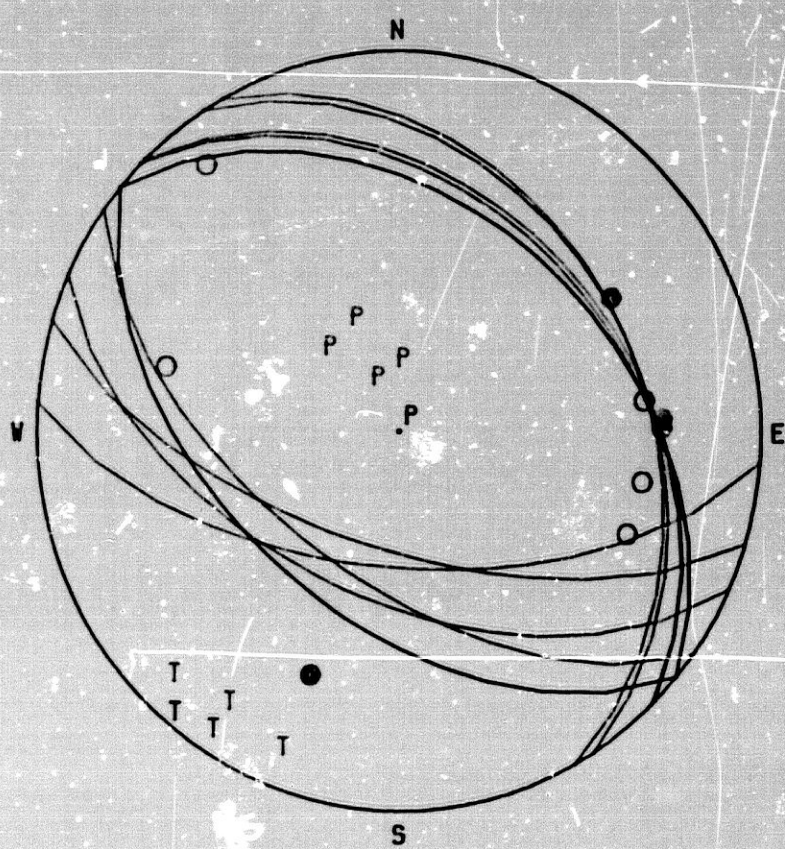
LOJB. CYD

SLOJB. MEC

SOL	ERR	AZ T	DP T	AZ P	DP P	AZ B	DP B
1	1	213	8	341	77	121	10
2	1	224	12	5	73	132	10

15 FEB 1985  
Ho = 17 34 28.8  
37.135 N, -4.220 W  
h = 6.9 Km  
m = 3.3

SERIE LOJA



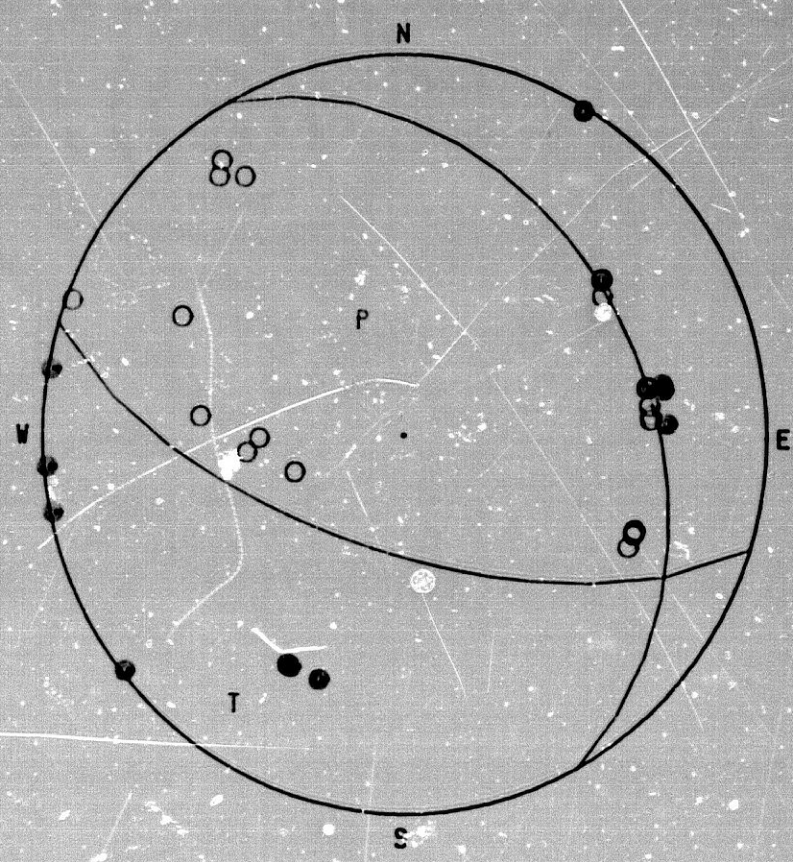
D869.CYD

S869.MEC

Fig. 10 - 75.

Fig. 10 - 76.

MECANISMO CONJUNTO SERIE LOJA  
Días 16 al 25 Febrero, 1985



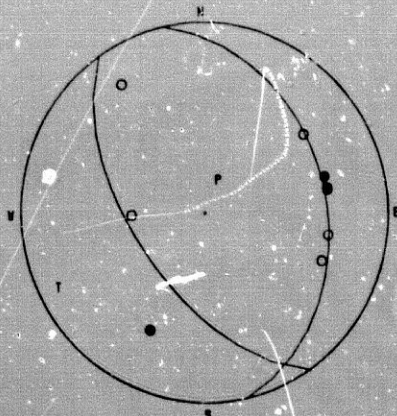
LOJC. CYD

SLDJC. MEC

SOL	ERR	AZ T	DP T	AZ P	DP P	AZ B	DP B
1	2	213	16	340	63	117	20

25 FEB 1985  
 Ho = 15 59 35.6  
 37.109 N, -4.170 W  
 h = 8.8 Km  
 m = 3.2

SERIE LOJA

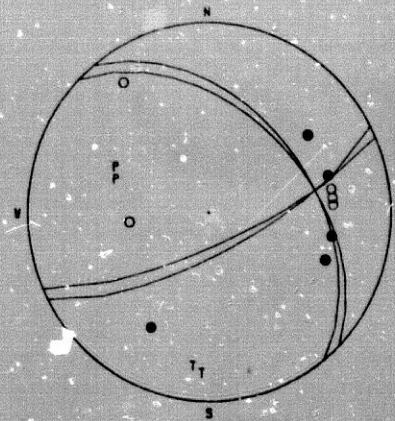


9938.CYD

9938.MEC

23 FEB 1985  
 Ho = 18 01 55.8  
 37.104 N, -4.160 W  
 h = 7.7 Km  
 m = 3.4

SERIE LOJA

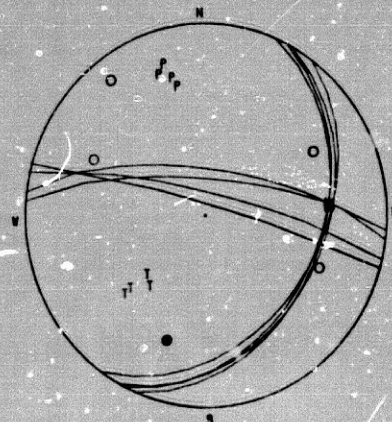


9923.CYD

9923.MEC

17 FEB 1985  
 Ho = 10 09 13.4  
 37.153 N, -4.217 W  
 h = 7.0 Km  
 m = 3.1

SERIE LOJA



891.CYD

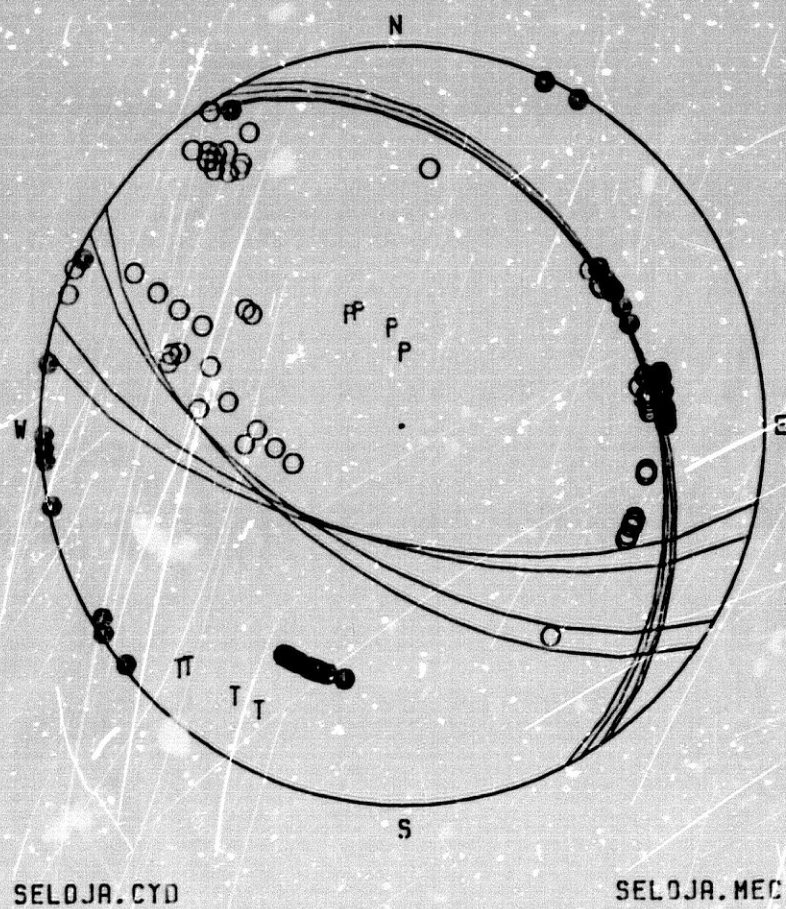
891.MEC

Fig. 10 - 77. Mecanismos focales de la serie LOJA, incluidos en LOJ C.

Fig. 10 - 78.

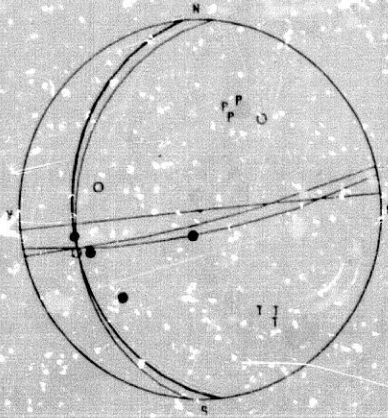
## MECANISMO CONJUNTO SERIE LOJA

Días 13 al 25 Febrero, 1985



SOL	ERR	AZ T	DP T	AZ P	DP P	AZ B	DP B
1	5	208	17	335	63	111	20
2	5	213	16	340	63	117	20
3	6	223	15	356	68	129	15
4	5	224	12	5	73	132	10

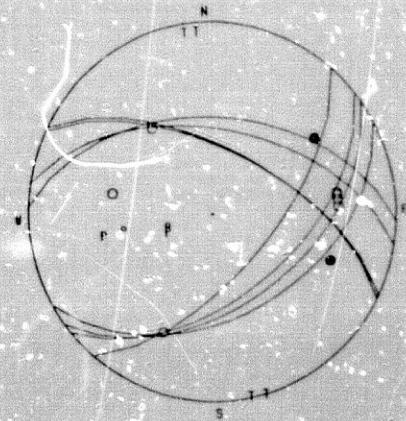
6 AGO 1984  
 Ho = 15.02 38.9  
 37.045 N, -4.132 W  
 h = 38.9 Km  
 m = 3.2



D139.CYD S139.MEC

SOL	ERR	AZ T	DP T	AZ P	DP P	AZ B	DP P
1	0	145	29	20	45	264	30
2	0	142	33	15	42	254	30
3	0	148	58	21	37	265	30

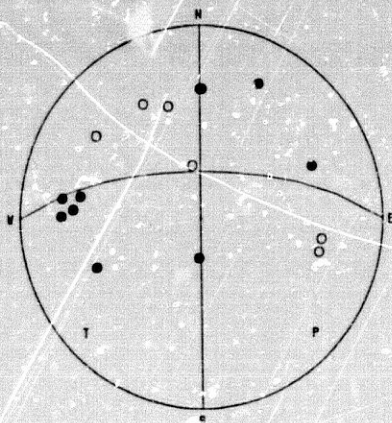
16 FEB 1985  
 Ho = 02.36 41.0  
 37.125 N, -4.188 W  
 h = 2 Km  
 m = 3.0



D488.CYD S488.MEC

SOL	ERR	AZ T	DP T	AZ P	DP P	AZ B	DP B
1	0	169	3	260	40	77	50
2	0	307	4	251	49	91	40
3	0	124	0	256	70	74	20
4	0	353	4	250	69	85	30

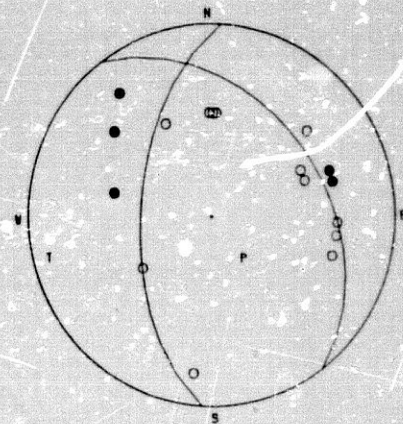
13 ENE 1986  
 Ho = 03.15 25.0  
 37.223 N, -4.129 W  
 h = 31.4 Km  
 m = 3.7



D1968.CYD S1968.MEC

SOL	ERR	AZ T	DP T	AZ P	DP P	AZ B	DP B
1	0	226	14	133	14	350	70

30 MAY 1986  
 Ho = 01.22 25.5  
 37.077 N, -4.164 W  
 h = 8.1 Km  
 m = 3.9



D2217.CYD S2217.MEC

SOL	ERR	AZ T	DP T	AZ P	DP P	AZ B	DP B
1	1	257	10	141	67	391	30

Fig. 10-79. Mecanismos individuales de microterremotos de la serie de Loja no incluidos en el mecanismo conjunto.



## Mecanismos focales Béticas-Alborán.

introducir un cierto número de errores y ver el dominio de soluciones compatibles con la mayoría de los datos y su dependencia de ciertos datos puntuales.

### Sector Cacin - Alhama.

Las cuatro soluciones individuales determinadas están representadas en la Fig. 10-80 para el caso de 0 errores. El número de datos empleados en cada mecanismo es escaso para que estos resultados puedan asociarse a características de fracturación o del régimen de esfuerzos locales. La cercanía de algunos datos a los planos nodales indican que su peso en la solución habría de ser menor o incluso nulo, si el número de datos para restringir las soluciones fuera suficiente.

### Sector suroriental de la depresión.

Entre los mecanismos individuales calculados destaca el del 24 de Junio de 1984 (Fig 10-63),  $m = 5.2$ , en el borde S de la Depresión, con fallamiento normal con componente de desgarre y eje T casi E-W que ya ha sido analizado anteriormente al examinar los mecanismos de las Béticas.

Las soluciones obtenidas a los mecanismos focales de los microterremotos 1342 y 1440 son algo parecidas, con ejes P en dirección NW-SE y un plano nodal casi vertical (Fig 10-81 a y b).

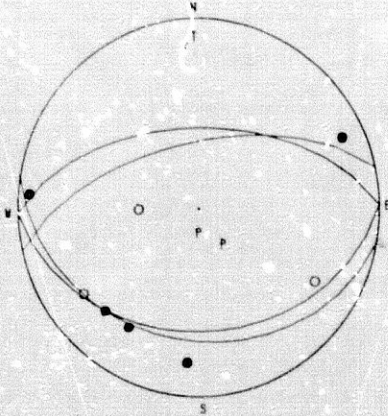
El mecanismo del sismo 1587 es parecido al obtenido para otro microterremoto en la misma zona por Guirao y Vidal (1932), siendo la solución dependiente de uno de los datos. Admitiendo un dato inconsistente mas el dominio de soluciones válidas comprende las soluciones obtenidas para los microterremotos anteriores.

### Sector oriental y norte de la Depresión.

Los mecanismos calculados corresponden a sismos pertenecientes al área Gábia-Granada-Pinos Puente y otros situados en el borde N de la Depresión (Fig. 10-70).

En la Fig.10-68 se representa el mecanismo de un terremoto,  $m=4.1$ , con epicentro muy cercano a Atarfe, con solución de falla inversa eje P en dirección  $N253 \pm 11$ , ya estudiado en el apartado de mecanismos de las Béticas.

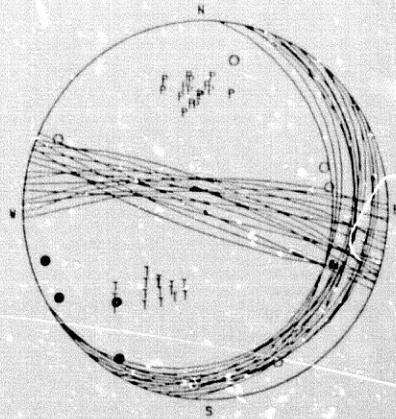
9 OCT 1983  
 Ho = 08 08 18,  
 16.954 N, -3.973 W  
 S = 20.0 Km  
 m = 2.8



D287.CTD

S282.MEC

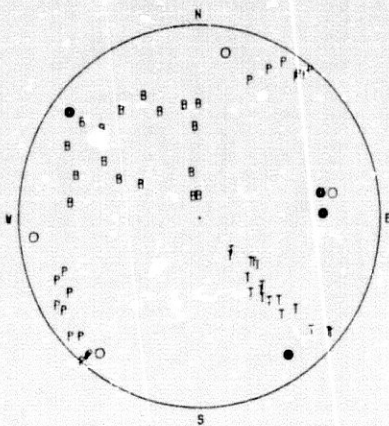
2 JUN 1985  
 Ho = 11 15 35.5  
 37.067 N, -3.975 W  
 f = 0.0 Km  
 m = 3.0



D1214.CTD

S1214.MEC

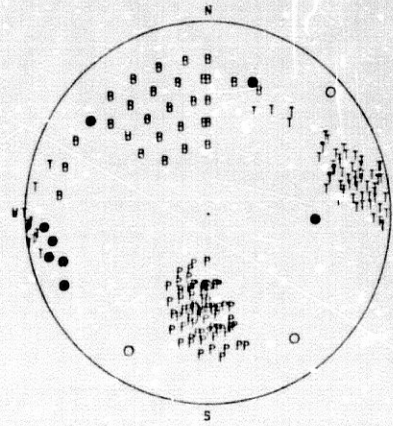
31 MAR 1985  
 Ho = 21 52 30.2  
 37.130 N, -3.967 W  
 h = 6.0 Km  
 m = 2.5



D1838.CTD

S1838.MEC

28 Ago 1985  
 Ho = 22 29 12.5  
 37.106 N, -3.936 W  
 h = 15.5 Km  
 m = 3.2

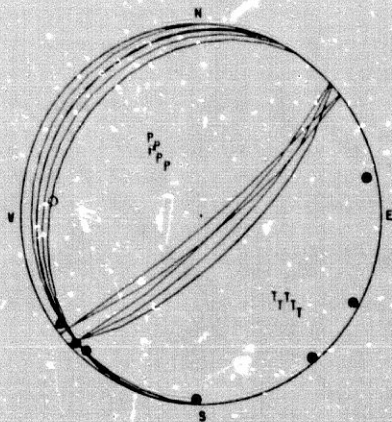


D1528.CTD

S1528.MEC

Fig. 10 - 80. Mecanismos individuales de microterremotor del sector Cacfn - Alhama de Granada.

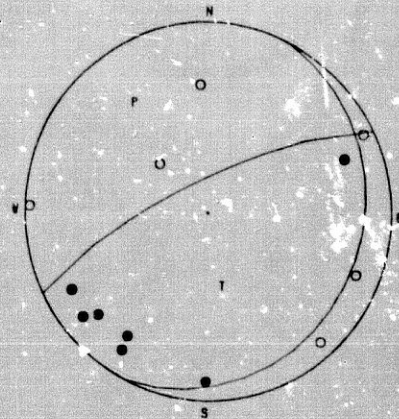
7 JUL 1985  
 Ho = 11 06 09.3  
 36.959 N, -3.763 W  
 h = 2.3 Km  
 m = 2.6



D1342.CYD

S1342.MEC

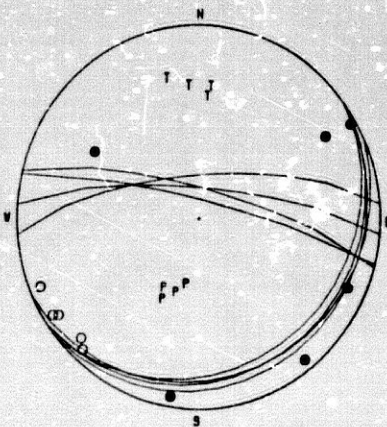
1 AGO 85  
 Ho = 19 13 45.3  
 36.999 N, -3.750 W  
 h = 15.0 Km  
 m = 3.0



D1448.CYD

S1448.MEC

16 SET 1985  
 Ho = 22 25 08.1  
 37.015 N, -3.817 W  
 h = 12.4 Km  
 m = 3.0



D1587.CYD

S1587.MEC

Fig. 10 - 81. Mecanismos individuales de microterremotos del Sector Suroriental de la Depresión de - Granada.

## Mecanismos focales Béticas-Alborán.

El mecanismo del sismo 2553, situado al W del 26 de Abril, con solución de falla inversa con desgarre, un plano nodal vertical y orientación de ejes distinta al anterior (Fig. 10-82 c).

El sismo 1581 situado al N de los anteriores, exhibe un mecanismo de falla normal y ejes T orientados casi EW (Fig 10-83 b).

El dominio de soluciones válidas determinado para el sismo 2561 cercano a Iznalloz (Fig 10-83) para un error, muestra dos tipos de soluciones compatibles con los datos, ya que tan solo uno de los planos nodales está bien restringido, el N60W.

Los mecanismos de los microterremotos 190, 1051, 995, 1159, muy cercanos al sistema de fracturas N 40-50 W, Pinos Puente-Santafé, no muestran (Fig 10-84) un mecanismo focal predominante, ni tampoco los microterremotos 1133 y 1991 situados al W de este sistema, (Fig 10-82 a y b).

## AREA COSTA DE MALAGA.

Este área se ha dividido en dos sectores: Sierra Tejeda, Velez Málaga - Fuengirola, el primero de sismos superficiales y el otro de sismos intermedios.

En el sector de Sierra Tejeda los sismos 110, 111 y 266 cuyos mecanismos individuales se representan en las fig 10-85 a, b y c, con epicentros cercanos entre sí, situados cerca de Cómpeta, tienen soluciones compatibles. Se ha determinado su mecanismo conjunto, denominado VM84, que indica un movimiento compuesto de fallamiento inverso y de desgarre con eje P en dirección SW-NE (Fig. 10-85 d)

Los mecanismos de los sismos 1497 y 1762, de Benamargosa y Nerja respectivamente, lejanos del núcleo anterior, están representados en la fig. 10-86, y con profundidad entre 30 y 40 Km exhiben soluciones de tipo inverso y normal respectivamente. La orientación de los planos nodales de los 5 sismos referidos son parecidas.

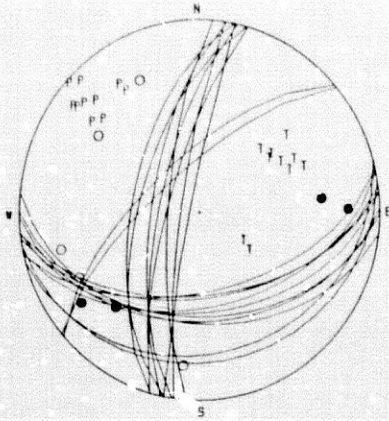
17 MAY 1985

Ho = 04 16 27.2

37.115 N, -3.784 W

h = 9.1 Km

m = 2.5



D1133.CYD

S1133.MEC

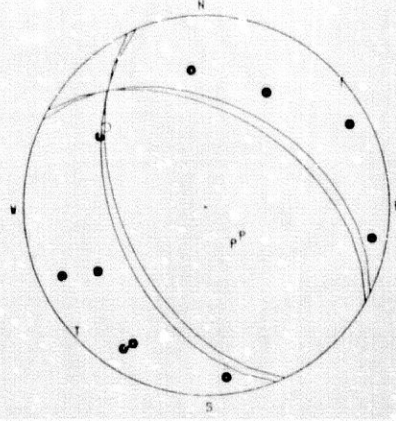
18 ENE 1986

Ho 06 47 48.4

37.053 N, -3.692 W

h = 5.6 Km

m = 3.3



D1991.CYD

S1991.MEC

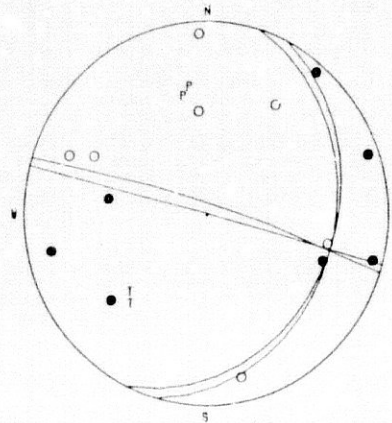
5 JUN 1986

Ho = 22 07 58.4

37.226 N, -3.703 W

h = 3.6 Km

m = 3.5

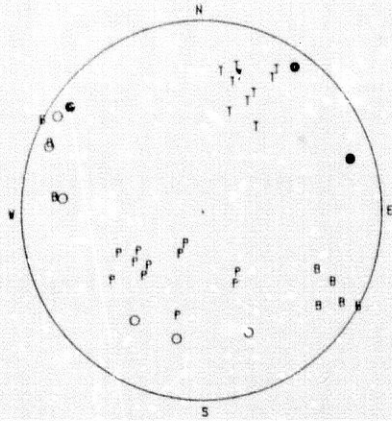


D2553.CYD

S2553.MEC

Fig. 10-82. Mecanismos individuales de microterramotos del sector oriental de la Depresión de Granada.

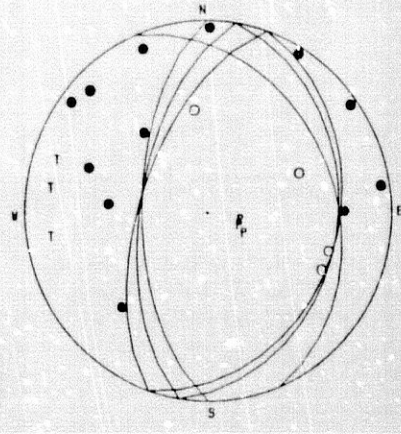
25 ABR 1985  
 Ho = 73 33 10.5  
 37.374 N, -3.876 W  
 h = 5.2 Km  
 m = 3.1



D1894.CYD

S1894.MEC

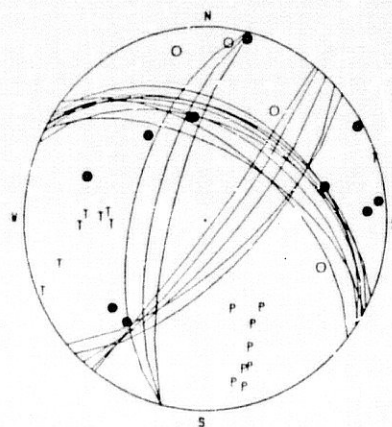
14 SEP 1985  
 Ho = 04 25 00.2  
 17.360 N, -3.672 W  
 h = 3.3 Km  
 m = 3.7



D1581.CYD

S1581.MEC

07 JUN 1986  
 Ho 21 33 22.9  
 37.369 N, -3.570 W  
 h = 2.7 Km  
 m = 3.6

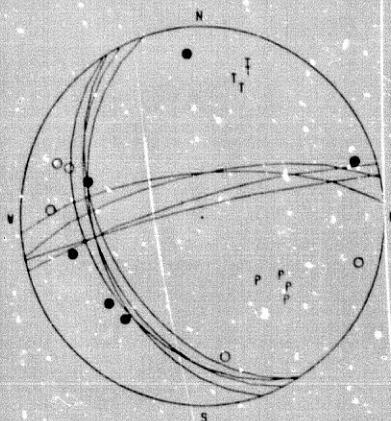


D2561.CYD

S2561.MEC

Fig. 10-83. Mecanismos individuales de microterremotos del sector Nororiental de la Depresión de Granada.

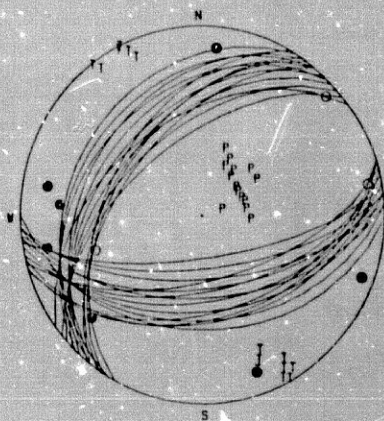
7 ABR 1985  
 Ho = 14 01 03.4  
 37.219 N, -3.714 W  
 h = 7.6 Km  
 m = 3.0



D1051.CYD

S1051.MEC

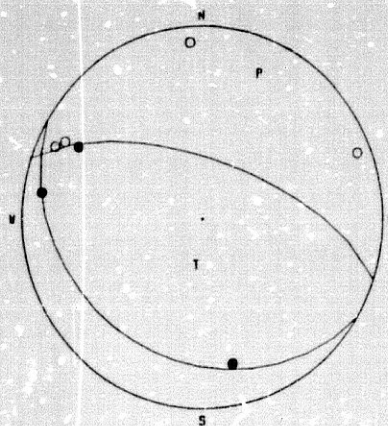
24 MAY 1985  
 Ho = 19 04 51.3  
 37.174 N, -3.662 W  
 h = 4.9 Km  
 m = 2.7



D1159.CYD

S1159.MEC

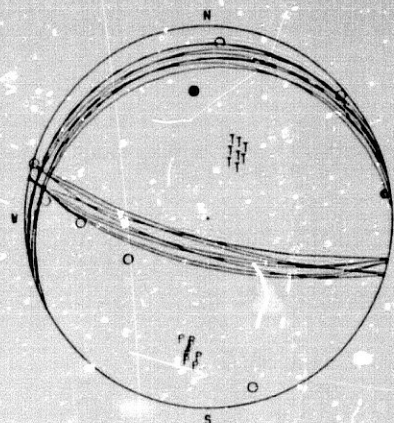
8 SEP 1985  
 Ho = 12 07 37.5  
 37.254 N, -3.715 W  
 h = 4.5 Km  
 m = 2.9



D198.CYD

S198.MEC

15 MAR 1985  
 Ho = 08 55  
 37.161 N, -3.673 W  
 h = 11.1 Km  
 m = 3.0



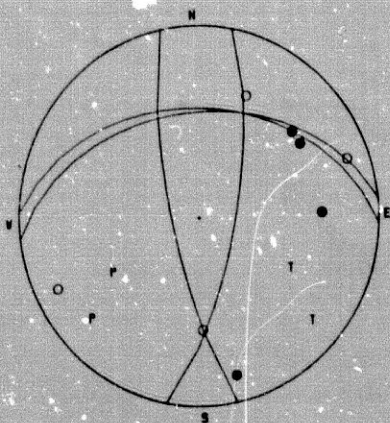
D995.CYD

S995.MEC

Fig. 10 - 34. Mecanismos individuales de microterremotos cercanos a Pinos Puente y Granada.

21 JUL 1984  
 Ho 08 44 10.5  
 36.835 N, -4.030 W  
 h = 7.9 Km  
 m = 3.2

SECTOR TEJEDA

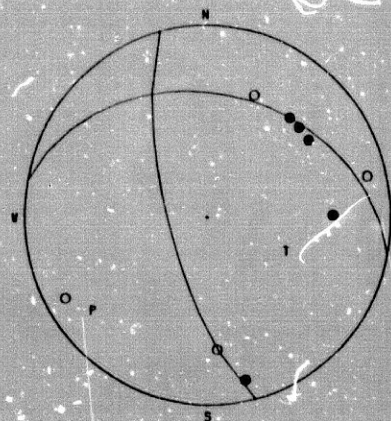


D118.CYD

S118.MEC

21 JUL 1984  
 Ho 19 33 14.8  
 36.812 N, -4.017 W  
 h = 6.9 Km  
 m = 3.2

SECTOR TEJEDA

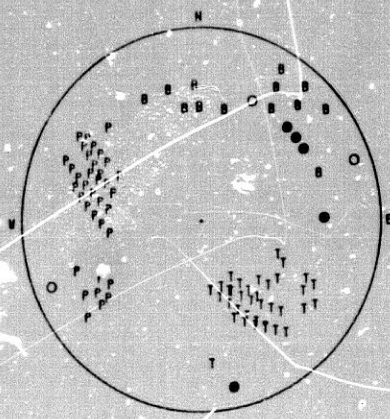


D111.CYD

S111.MEC

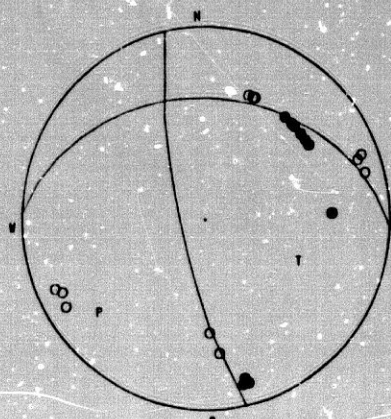
17 OCT 1984  
 Ho 13 45 25.4  
 36.843 N, -4.035 W  
 h = 5.9 Km  
 m = 3.1

SECTOR TEJEDA



D266.CYD

S266.MEC



DVM84.CYD

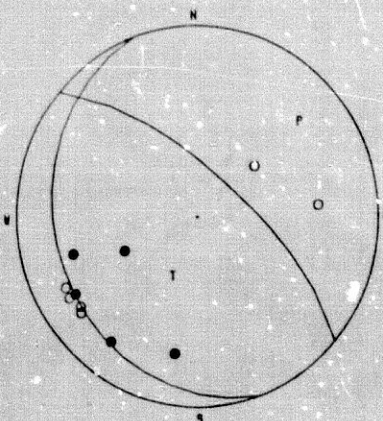
SVM84.MEC

Fig. 10-85. Mecanismos focales de microterremotos de Sierra Tejada y su mecanismo conjunto VM84.



21 AGO 1985  
 Ho = 06 47 54.6  
 36.842 N, -4.239 W  
 h = 31.3 Km  
 m = 3.3

SECTOR TEJEDA

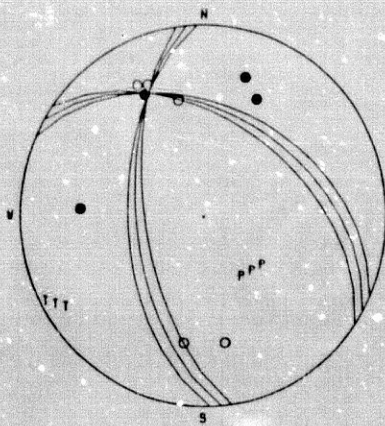


D1497.CYD

S1497.MEC

9 NOV 1985  
 Ho = 21 36 26.2  
 37.767 N, -3.858 W  
 h = 39.2 Km  
 m = 3.0

SECTOR TEJEDA

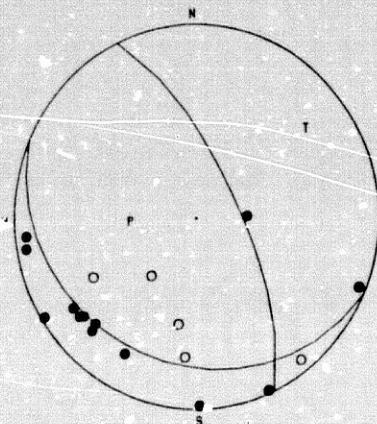


D1762.CYD

S1762.MEC

19 NOV 1985  
 Ho = 16 36 31.3  
 36.734 N, -4.204 W  
 h = 50.8 Km  
 m = 3.6

SECTOR TEJEDA



D1883.CYD

S1883.MEC

Fig. 10-86. Mecanismos focales de terremotos del sector de Tejada.

### Mecanismos focales Béticas-Alborán.

En el sector Velez Málaga-Fuengirola, con sismos de profundidad intermedia, se han agrupado los sismos 1901, 2134 y 1803, de distintas profundidades, cuyas soluciones particulares aparecen en la Fig. 10-87 a, b y c. Los 2 primeros mecanismos individuales muestran una compatibilidad mayor de datos y el tercero está más dudosa. Se ha determinado su mecanismo compuesto SMAL (Fig. 10-87 d) con 4 errores viéndose que los mecanismos no son compatibles.

Los sismos mas profundos 1708 y 2501 con mecanismos individuales distintos determinados para 0 errores pero con dominio de soluciones compatibles para 1 error (Fig 10-88 a y b), se ha intentado una solución conjunta, SMALP (Fig.10-88 c) obteniendo como solución movimientos de falla normal con desgarre y un plano casi vertical con eje P aproximadamente EW, solución que ya se parece a la determinada para los sismos profundos de 1954 y 1973. Los mecanismos de los sismos 1113 y 1757 se representan en la Fig 10-89 a y b.

### AREA NORTE DE MONTILLA.

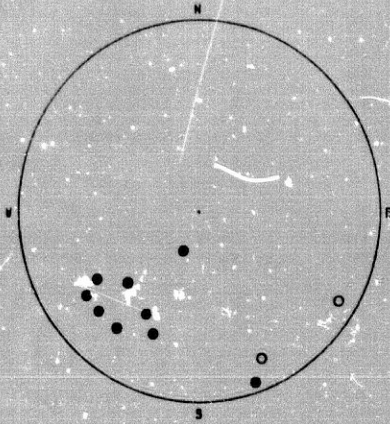
Los sismos ocurridos en el área de Montilla (Fig 9-39), presentan la mayoría un mecanismo predominante que ha sido determinado conjuntamente con los datos del sismo principal.

El mecanismo del sismo principal ( $m=5.2$ ) y el de la primera réplica DF1 ( $m=4$ ) son iguales (Fig 10-64 y 10-65) con ejes P orientados casi E-W, ya han sido comentados en los mecanismos de las Béticas.

Los datos de los mecanismos individuales calculados de este sector (Fig 10-90), muestran su compatibilidad con un mecanismo común. Así con los ficheros de datos del sismo principal y réplicas, DF1, DFS... etc., de los días 27 Mayo y siguientes se ha obtenido el mecanismo conjunto ST1A, cuya solución es de fallamiento inverso con componente de desgarre y un plano casi vertical, que es el que sigue la mayoría de los epicentros de las réplicas (Fig 10-66) de dirección N 40 W. Con un mayor número de terremotos ocurridos en el área hasta Noviembre de 1985 se ha determinado el mecanismo conjunto con una solución igual a la anterior (Fig 10-67). Algunos mecanismos de sismos individuales no son compatibles con el mecanismo conjunto determinado.

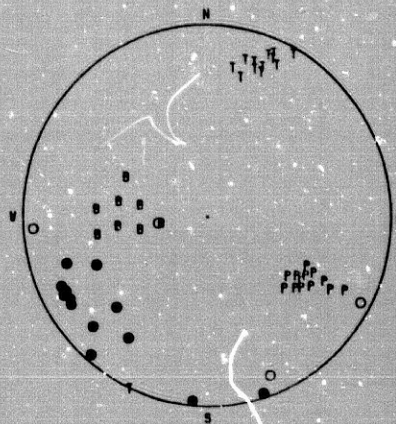
Los mecanismos de algunos sismos pertenecientes a otras zonas están trazados en las Fig. 10-91 y 10-92.

24 DIC 1985  
 Ho = 12 29 20.9  
 36.550 N, -4.508 W SECTOR FUENGIROLA  
 h = 71.6 Km  
 m = 3.1



D1981.CYD

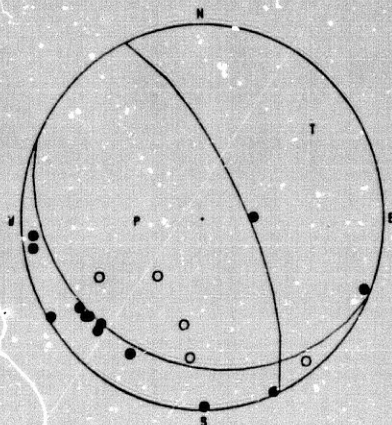
24 ENE 1986  
 Ho 12 16 25.5  
 36.996 N, -3.772 W SECTOR FUENGIROLA  
 h = 14.0 Km  
 m = 3.2



D2134.CYD

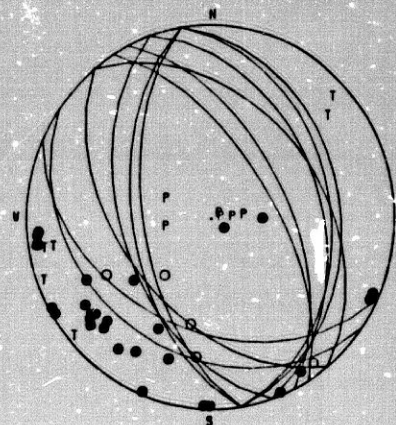
S17F86.MEC

19 NOV 1985  
 Ho = 16 36 31.3  
 36.734 N, -4.204 W SECTOR TEJEDA  
 h = 50.8 Km  
 m = 3.6



D1883.CYD

S1883.MEC



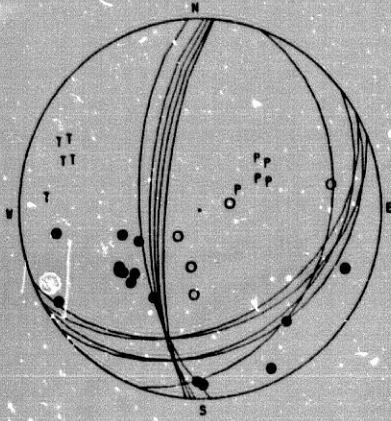
D04RL.CYD

S04RL.MEC

Fig. 10-87. Mecanismos focales individuales de terremotos de distintas profundidades del área de la costa de Málaga y su mecanismo compuesto que muestra que los mecanismos anteriores no son compatibles.

25 OCT 1985  
 Ho 04 05 13.1  
 36.768 N, -4.184 W  
 h = 88.9 Km  
 m = 3.5

SECTOR VELEZ MALAGA

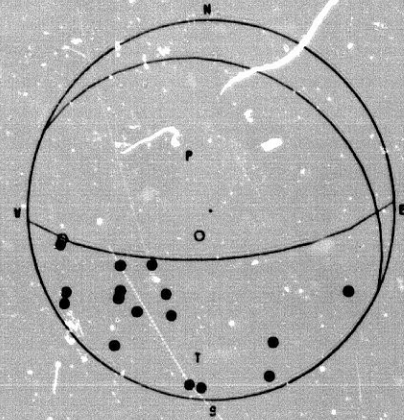


D1788.CYD

S1788.MEC

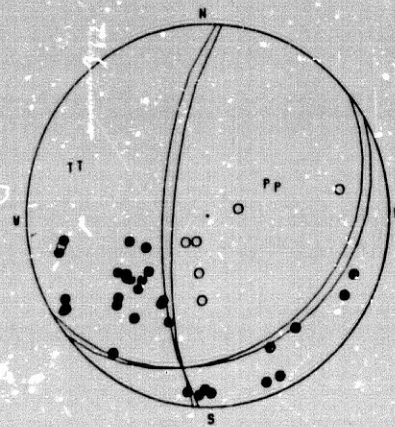
13 MAY 1986  
 Ho 00 19 45.5  
 36.591 N, -4.495 W  
 h = 85.2 Km  
 m = 4.0

SECTOR FUENGIROLA



D2581.CYD

S2581.MEC



D441.P.CYD

S441.P.MEC

Fig. 10-88. Mecanismos individuales de 2 sismos intermedios y su mecanismo compuesto.

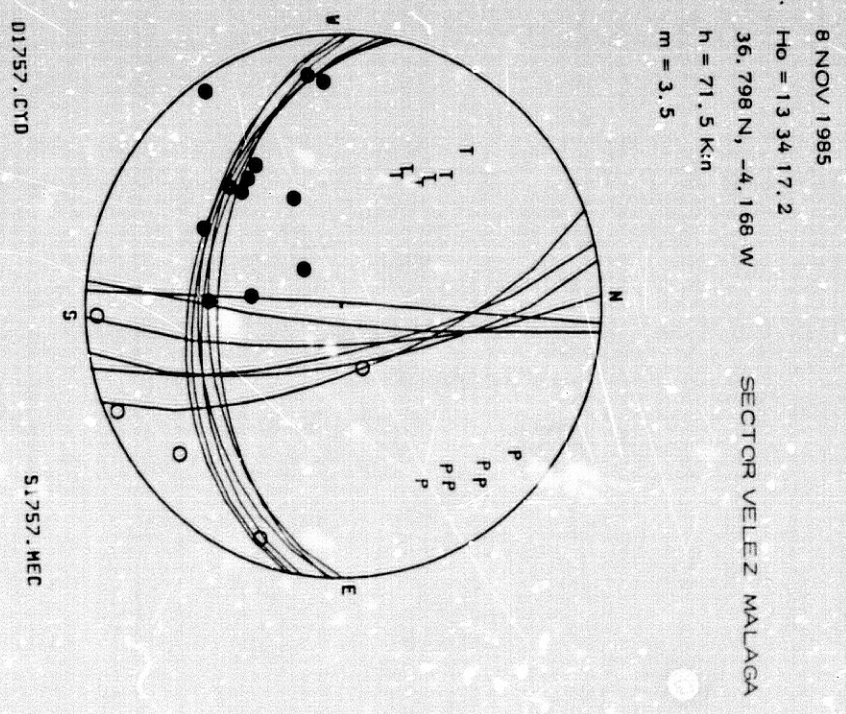
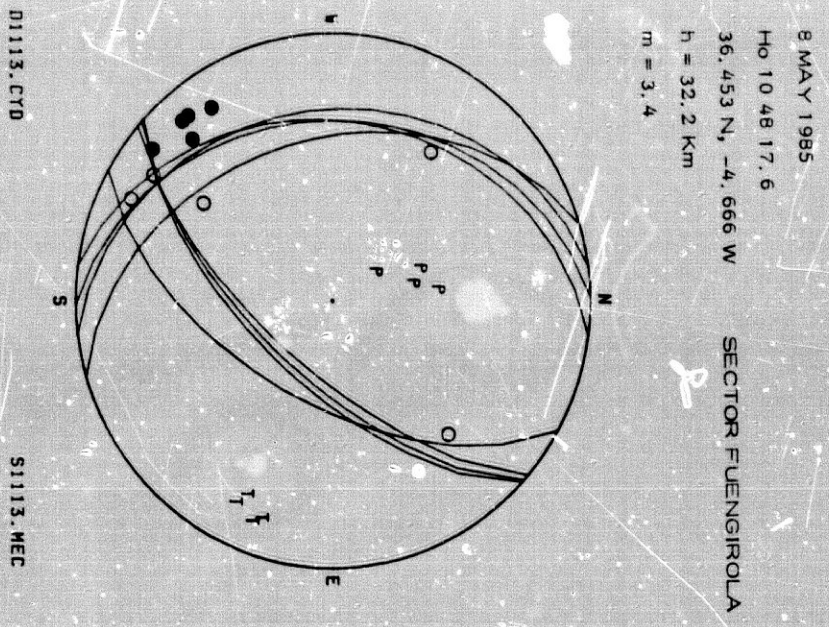
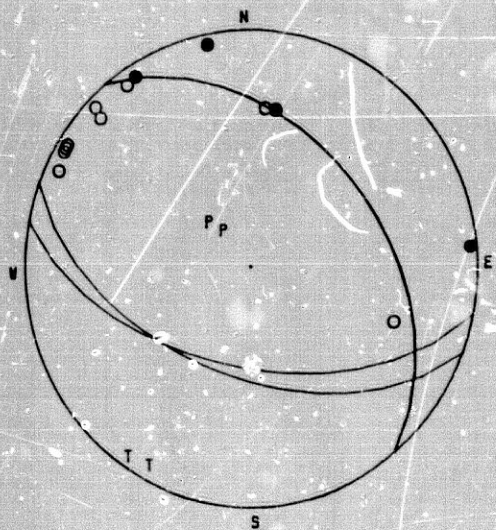


Fig. 10 - 89. Mecanismos individuales de 2 sismos del área de la costa de Málaga.

27 MAYO 1985  
 Ho = 01 44 31.2  
 37.724 N, 4.614 W  
 h = 17.9 Km  
 m = 3.4

SERIE MONTILLA

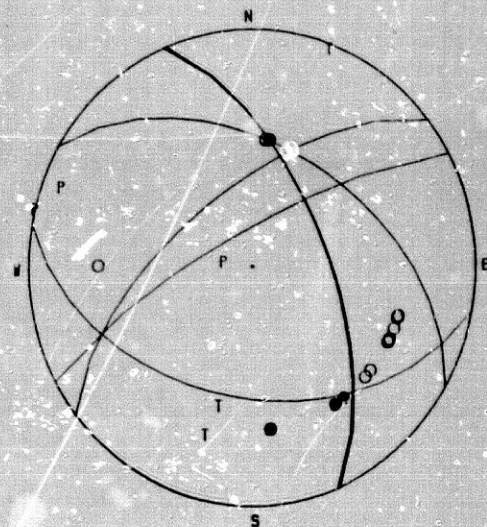


D1169.CYD

S1169.MEC

27 MAYO 1985  
 H = 07 52 50.6  
 37.577 N, 4.514 W  
 h = 8.1 Km  
 m = 3.9

SERIE MONTILLA

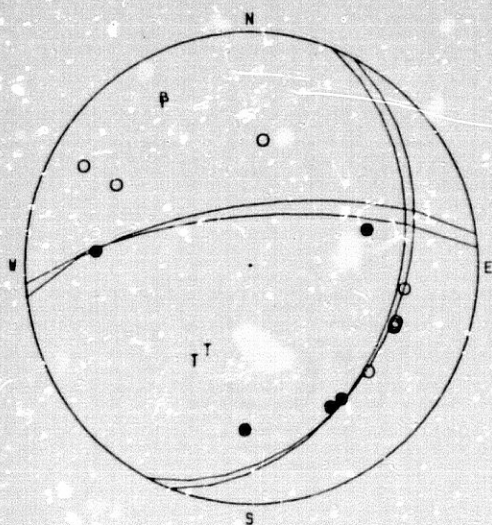


DF5.CYD

SF5.MEC

14 JUN 1985  
 Ho = 13 37 55.1  
 37.436 N, 4.394 W  
 h = 8.0 Km  
 m = 3.5

SERIE MONTILLA

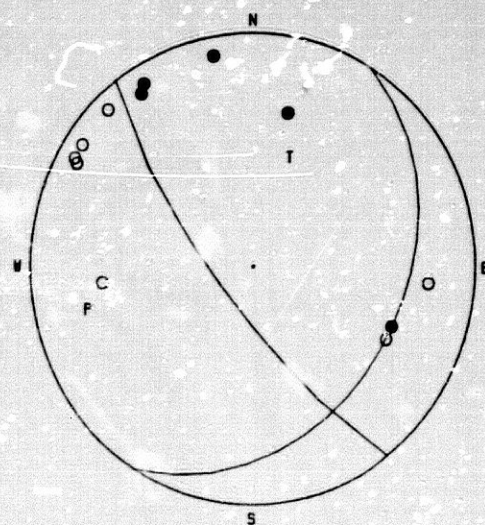


D1266.CYD

S1266.MEC

23 JUL 1985  
 Ho = 12 37 36.3  
 37.780 N, 4.668 W  
 h = 25.3 Km  
 m = 3.6

SERIE MONTILLA



D1482.CYD

S1482.MEC

Fig. 10-90. Mecanismos individuales de algunos terremotos de la serie del N de Montilla.

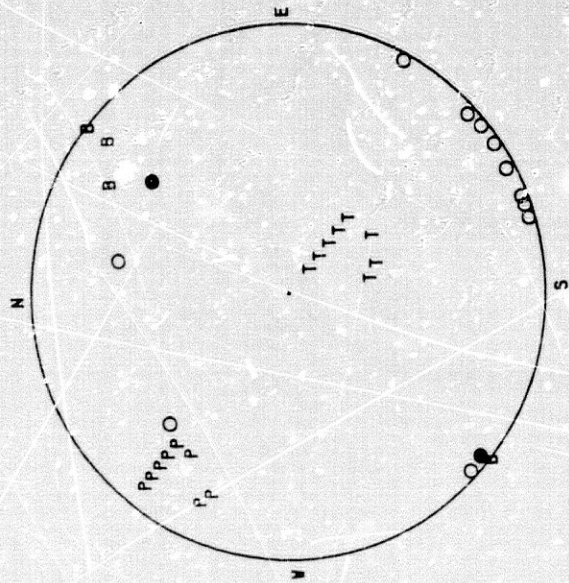
22 ENE 1986

$H_0 = 13.19.54$

$36.191 N, -5.219 W$

$h = 14.6 Km$

$m = 3.7$



D2817.CYD

S2817.MEC

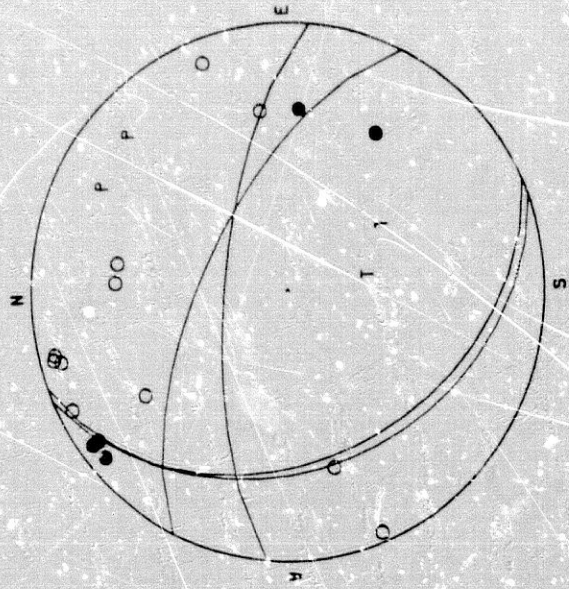
8 MAY 1986

$H_0 = 23.10.36.9$

$38.077 N, -4.370 W$

$h = 20.9 Km$

$m = 3.7$

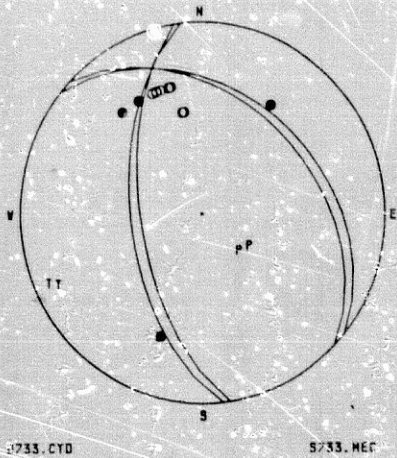


D2481.CYD

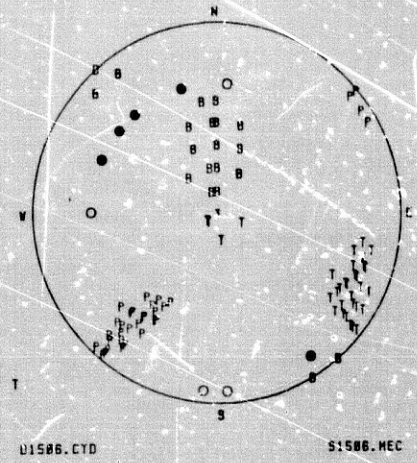
S2481.MEC

Fig. 10--91. Mecanismos individuales de algunos terremotos de distintas zonas no incluidas en los sectores anteriores.

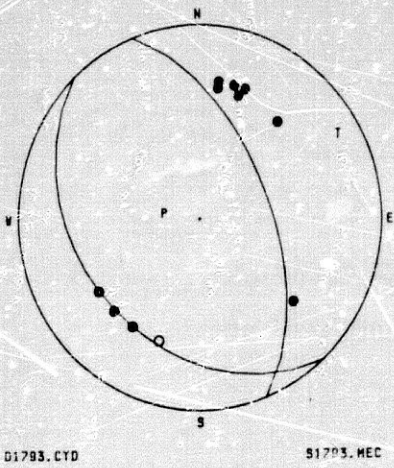
24 ENE 1985  
 Ho 17 59 17.0  
 36.125 N, -3.079 W  
 h = 5.9 Km  
 m = 3.6



24 AGO 1985  
 Ho 10 37 12.03  
 36.725 N, -3.503 W  
 h = 5.3 Km  
 m = 3.0



18 NOV 1985  
 Ho 11 19 53.75  
 37.727 N, -3.342 W  
 h = 39.1 Km  
 m = 3.2



14 NOV 1985  
 Ho 22 21 23.5  
 37.007 N, -3.086 W  
 h = 10.2 Km  
 m = 3.6

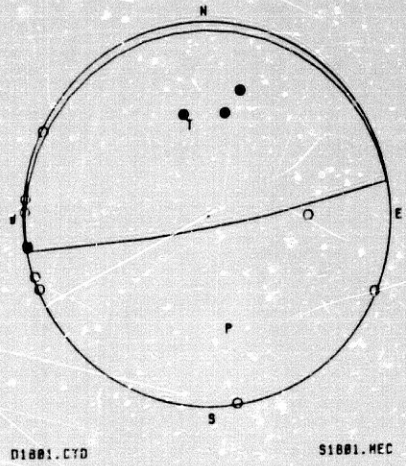


Fig. 10-92. Mecanismos individuales de algunos terremotos de distintas zonas no incluidas en los sectores anteriores.



CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

La presente Tesis ha pretendido conjugar datos geológicos, geofísicos y sismológicos para el análisis de las características sismotectónicas de la región Béticas - Alborán.

La revisión y discusión de los modelos de evolución geodinámica ha mostrado las principales características de los modelos relativos entre Iberia, Béticas - Alborán y África, que ha tenido una clara componente lateral del Jurásico al Eoceno y movimientos predominantes de convergencia del Eoceno al presente, aunque se manifiestan también rasgos de movimientos laterales menores.

La evolución tectónica de Béticas - Alborán analizadas en detalle pone de manifiesto traslaciones de dirección WSW hasta el Tortonense, enmarcada por la evolución lateral sinistrorsa y posteriormente convergente de Europa - África.

La esquematización hecha de las unidades geoestructurales y la síntesis de sus características ha sido necesaria para estudiar la conformación de dichas estructuras y su relación con la actividad sismotectónica de la región.

La conformación de estructuras geológicas evidencia estos movimientos relativos y en especial los de componentes lateral de las Béticas - Alborán, movimiento que aún persiste según las soluciones halladas de algunos mecanismos focales, en especial los de terremotos intermedios y profundos, y también los movimientos correspondientes a la colisión N-S.

La determinación de las direcciones predominantes de las principales fallas de las Béticas y la cartografía de las mismas se ha realizado mediante:

-Análisis de foto aérea y foto satélite, confeccionándose un mapa de lineamientos predominantes (excluyendo los ligados a ejes de plegamientos) cuyas direcciones son N20 - 30E, N60 - 80E, E-W y N120 - 150E, siendo los N60 - 80E las de mayores dimensiones.

-Revisión de la cartografía geológica obteniendo tendencias claras en las direcciones N10 - 30E, N40 - 60W y N70 - 100E.

-Estudio de los lineamientos importantes de cauces fluviales, controlados probablemente por fracturas, trazándose un mapa de los más relevantes presentes en las Béticas Centrales y viendo que sus direcciones coinciden con las del apartado anterior.

-Reconocimiento de lineamientos a través del análisis de las características geomorfológicas de las Béticas Centrales, encontrando como direcciones principales las E-W, N70 - 80E, N30E, N20W y N70W.

-Examen de la bibliografía existente sobre fracturación, para el conocimiento de las fallas ya estudiadas en detalle.

-Reconocimiento de campo en la zona Bética (s.s.).

Con todos los datos obtenidos se ha trazado un mapa de fracturas más relevantes de las Béticas y obteniendo las direcciones predominantes de las fallas de las Béticas que son N10 - 30E, N70 - 90E, N40 - 60W y otras menos abundantes.

Los sistemas de esfuerzos predominantes deducibles de las características de fracturación son: uno actual de dirección N-S a N-NW y otros de dirección EW a NE-SW ligados a fracturas más antiguas.

El comportamiento actual de estas fracturas con movimientos inversos, de desgarre y normales indica la importancia que en la región tiene la evolución tectónica anterior, el campo de esfuerzos litostáticos y la distribución de esfuerzos locales condicionados a la múltiple fracturación de la misma, sobre todo en las Béticas Internas.

La revisión de la Sismicidad Histórica ha servido para reevaluar con un criterio homogéneo 48 sismos de gran importancia, especialmente los de 1504, 1518, 1522, 1531, 1674, 1680, 1804, 1806, 1829, 1884, 1910, 1930, 1951, 1956 a partir de documentos originales. Se han trazado 6 nuevos mapas de isosistas de 4 sismos de I-IX y 2 de I-VIII.

A partir de este estudio queda patente la importancia que han tenido en la distribución de los daños causados por sismos históricos y recientes la poca profundidad de los focos, los efectos de la respuesta del terreno (condiciones geológicas, hidrogeológicas, morfológicas, etc.) y las pobres características sismorresistentes de las construcciones afectadas.

La valoración de las magnitudes a partir de la amplitud máxima de la fase Lg de los terremotos con  $m > 4.0$ , tras la relocalización de los mismos, ha permitido crear un catálogo uniforme y completo para todos éstos terremotos de la región Béticas - Alborán para el periodo 1962 - 1985, y para terremotos con  $m > 5.0$  para el periodo 1910 - 1985.

Las magnitudes calculadas son similares a las obtenidas por De Miguel y Payo (1980, 1983) y Karnik (1969) y generalmente menores a las que aparecen en los boletines del ICSS y SSIS.

La aplicación de una escala de magnitud en función de la duración ha hecho posible la valoración energética de los microterremotos de las Béticas Centrales localizados en el periodo Enero 1981 - Junio 1986.

Con el análisis de la relación magnitud-frecuencia se han determinado valores  $b$  para el conjunto de la región de 0.86 y 1.22 para los periodos 1948-1961 y 1962-1975 respectivamente, para terremotos de magnitudes entre 3.5 y 5.3. Con los microterremotos registrados con la RSUG se han obtenido además los parámetros  $b$  de algunos sectores de la Depresión con valores generalmente más altos, así se tiene  $b = 1.46$  para la zona S de la Depresión, 1.77 para su parte central y norte, 1.50 para la zona oeste y 1.72 para el general de toda la Depresión, para terremotos con magnitudes entre 2.5 y 3.5 obtenidas a partir de la duración. Estos valores de  $b$  tan altos son achacables a un ajuste sesgado de la relación magnitud-duración.

La relocalización de los terremotos de magnitud superior a 4.0 para el periodo 1962-1985 se ha hecho obteniendo los datos directamente de los registros originales y para los terremotos de  $m > 5.0$  para el periodo 1910-1961 con los datos de boletines de estaciones y de diferentes organismos (IGN, BCIS, ISC...)

La distribución de los hipocentros relocalizados muestra una mejor correspondencia con las trazas de las fracturas cartografiadas y analizadas en el capítulo V. La actividad sísmica se concentra al Sur del accidente denominado PANCA y sobre todo al Sur del accidente Cádiz-Alicante. Los núcleos de actividad de Béticas-Alborán pueden apreciarse en la Fig 9-12. Estos núcleos de actividad se corresponden con los epicentros detectados macrosísmicamente para terremotos históricos con  $M > VIII$ , salvo en la parte más occidental de las Béticas donde quizás debido a la mayor profundidad de los terremotos estos no han causado destrozos tan grandes.

Los epicentros de los terremotos con  $m > 4.0$  delimitan líneas de actividad de direcciones principalmente N10 - 20E y N150E. Estas tendencias se han determinado tanto gráfica como estadísticamente con series de sismos consecutivos, analizando la dependencia espacio-temporal de las mismas. También queda clara la mayor actividad sísmica de las Béticas Internas respecto de las otras unidades.

La localización de los microterremotos ocurridos en las Béticas Centrales entre Enero de 1983 y Junio de 1986 ha puesto de manifiesto las áreas sísmicamente activas y sus características.

La distribución espacial de los microterremotos ha perfilado las principales fracturas activas y también otras fracturas de segundo orden oblicuas respecto a las primeras. Para la delimitación de las fallas activas ha sido necesario: Primero, elegir una magnitud umbral ( $m_u$ ) de modo que los epicentros de los terremotos de  $m > m_u$  definan claramente las trazas de las fallas activas, de otro modo la distribución focos de terremotos más pequeños alrededor de una fractura se ensancha, uniéndose incluso a la actividad de otras fracturas pertenecientes al mismo sistema de fallas o a fracturas secundarias. Segundo, seguir la evolución espacio-temporal en una zona, lo que determina más claramente los lineamientos de actividad.

Los epicentros de los terremotos con  $m > 2.5$  (Fig. 9-24 a 9-41) muestran ya con claridad las principales fallas activas de la región. En algunas zonas de agrupamientos epicentrales la delimitación de las fallas pertenecientes al sistema de fracturas actuantes se ha podido observar con epicentros de sismos con  $m > 2.8$  (p.e. Fig. 9-36 y 9-39). La determinación de los acimutes de las líneas marcadas por eventos consecutivos en una zona ha permitido obtener las direcciones de los lineamientos más importantes en cada zona (Figs. 9-25, 9-29, 9-37,).

La distribución geográfica de los 2700 microterremotos localizados demarca muy claramente direcciones de actividad sísmica N40 - 50W, N10 - 30E, N70 - 90E, claramente concordantes con los principales sistemas de fracturas anteriormente estudiados.

La localización con fases P y S leídas directamente, empleando programas adaptados a las características de los datos, ha probado la existencia de terremotos y microterremotos de profundidad intermedia (algunos con profundidad superior a 100 Km) y la tendencia del buzamiento de la actividad sísmica en profundidad en la dirección NE-SW

## Conclusiones

a E-W. Esto se ha comprobado además utilizando métodos derivados del de Wadati, cuya determinación es independiente del modelo de tierra. Estos resultados tienen un gran significado geodinámico, que será analizado próximamente teniendo en cuenta la distribución espacial de sismos del Atlas.

Las soluciones de los mecanismos focales de las Béticas - Mar de Alborán muestran que los esfuerzos actuantes en la región están ligados a las condiciones de fracturación y estructura locales para los terremotos de baja magnitud aquí estudiados, lo que provoca una dispersión de soluciones. No obstante, para los terremotos de magnitud mayor de 4.0 de la región existen soluciones concordantes dependiendo del área fuente. Así los mecanismos de los terremotos del Golfo de Cádiz y del SW de Cabo San Vicente son de falla inversa o de desgarre con ejes P en dirección casi N-S. Los sismos argelinos entre 0 y 5 E las soluciones calculadas corresponden a esfuerzos compresivos de dirección NW - SE a N - S, con fallas inversas y algunas de desgarre. En la zona del Mar de Alborán y N de Marruecos las soluciones son de fallas de desgarre e inversas con componente de desgarre con eje P en direcciones NNW a NNE y algunas en dirección WNW. Los sismos profundos tienen sus ejes P en dirección E-W. En las Béticas existen diferencias entre las Zonas Externas y las Internas, teniendo los mecanismos de falla inversa una predominancia de ejes P en dirección E - W, sobre todo en los sismos intermedios y profundos, y también con ejes P en otras direcciones. Algunas fallas normales de Béticas también exhiben soluciones con ejes T con direcciones cercanas al SE-NW y al E-W.

Los mecanismos conjuntos de sismos espacio - temporalmente próximos han dado soluciones de muy buena calidad, que han podido ser comparados con sistemas de fracturación existentes en las áreas fuente. Así, p.e. los de la serie de Loja (Febrero, 1985) dan soluciones de falla normal con ejes T con direcciones SSW-NNE a SW-NE y planos de falla de dirección NNW a NW, o la serie de Montilla (Mayo, 1985) con soluciones de falla inversa con gran componente de desgarre, con ejes P en dirección E-W y plano de falla en dirección NW-SE.

Un mayor número de mecanismos focales de terremotos de  $m > 4.0$  es necesaria para efectuar la configuración regional de esfuerzos de las Béticas, que deje patentes las características expresadas.

REFERENCIAS

## REFERENCIAS

- ACADEMIA DE CIENCIAS DE PARIS (1890-93) - "Estudios referentes al terremoto de Andalucía ocurrido el 25 de Diciembre de 1804". Bol. Com. Mapa Geol, pp 95.
- ADAMOPOULOS, L. (1976) - "Cluster models for Earthquakes: Regional Comparisons". Mathem. Geol, 8 (4): 463-475.
- AKI, K. (1965) - Maximum likelihood estimate of b in the formula  $\log N = a - bM$  and its confidence limits". Bull. Earthquake Res. Inst., Univ. Tokio 43: 237-239.
- AKI, K. y CHOQUET, B. (1975) - "Origin of coda waves: source, attenuation and scattering effects". J. Geophys. Res., 80: 3322-3342.
- ALBERT-BELTRAN, J. F. (1979) - "Heat flow and temperature gradient data from Spain". En: Terrestrial Heat Flow in Europe. V. Cermak and L. Rybach (eds). Springer Berlin: 261-266.
- ALDAYA, F., GARCIA-DUENAS, V., NAVARRO VILA, F. (1979) - "Los mantos Alpujarrides del terciario central de las Cordilleras Béticas. Ensayo de correlación tectónica de los Alpujarrides". Acta Geológica Hispánica. Hom. a L. Solé i Sabals. T 14, pp 154-166.
- ALGUACIL, G.; GUIRAO, J. M.; DE MIGUEL, F. y VIDAL, F. (1981) - "Equipo analógico de telemetría para estaciones de corto periodo". IV Asamblea Nat. de Geof. y Geod. Inst. Geog. Nat. Madrid. pp 289-298.
- ALGUACIL, G.; GUIRAO, J. M.; VIDAL, F.; DE MIGUEL, F. y OLIVARES, G. (1983) - "Influencia del filtrado en el registro de señales sísmicas". V Asam. de Geof. y Geod. Madrid. (en prensa).
- ALGUACIL, G. (1986) - "Los instrumentos de una Red Sísmica Telemétrica para Microterremotos. La Red Sísmica de la Universidad de Granada". Tesis Doctoral. Universidad de Granada. pp 238.
- ALGUACIL, G.; VIDAL, F.; DE MIGUEL, F. y GOMEZ, F. (1986) - "Una red sísmica regional digital con telemetría en tiempo real". Trobades Científicas de la Mediterrànea. Xarxes Sísmiques: Instrumentació y aplicació a la sismotectònica. Maó 3-5 Sept. 1986. (Pendiente de publicación).
- ALLEN, C. R. (1969) - "Active faulting in northern Turkey". Calif. Inst. Tech. Div. Geol. Sc. Contr. 1577.
- ALLEN, C. R. (1976) - "Geological criteria for evaluating seismicity". Elsevier Sc. Pub. Co, pp 31-71.
- AMBROSEYS, N. N. (1971) - "Value of historic records of earthquakes". Nature, 232: 375-379.



- ANDERSON, K. R. (1978) - "Automatic processing of local earthquake data". Ph. D. Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge. pp
- ANDERSON, K. R. (1981) - "Epicentral location using arrival time order". Bull. Seism. Soc. Am. 71, 541-546.
- ANDERSON, K. R. (1982) - "Robust earthquake location using M-estimates". Phys. Earth Planet. Interiors, 30, 119-130.
- ANDRIEUX, J. (1971) - "La structure du Rif central. Etude des relations entre la tectonique de compression et les nappes de glissement dans un tronçon de la chaîne alpine". Notes Mém. Serv. Géol. Maroc: 235, 155.
- ANDRIEUX, J.; FONTBOTE, J. M. y MATTAUER, M. (1971) - "Sur un modèle explicatif de l'Arc de Gibraltar". Earth Planet. Sci. Letters, 12: 191-198.
- ANDRIEUX, J. y MATTAUER, M. (1973) - "Précisions sur un modèle explicatif de l'Arc de Gibraltar". Bull. Soc. Géol. France, 15: 115-118.
- ANGELIER, J.; CADET, J. P.; DELIBRIAS, G.; FOURNIQUET, J.; GIGOUT, M.; GUILLEMIN, M.; HOGREL, M. T.; LALOU, Q. y PIERRE, G. (1976) - "Les déformations du Quaternaire marin, indicateurs néotectoniques-Quelques exemples méditerranée con las principales estructuras geológicas de la Península Ibérica". Inst. Geol. Min. España.
- ANONIMO (1523) - "Carta de Carlos V concediendo franquicias y otras excenciones a la ciudad de Almería en la ruina causada por el terremoto de mediados de Septiembre de 1522. Dada en Valladolid, a 23 de Enero de 1523". Arch. Mun. de Almería, Leg. 906, Do. 7.
- ANONIMO (1531) - Arch. Hist. Mun. de Baza. Libro de Actas del Cabildo. Sesión del 6/X/1531 y sig. Leg. 6, Fols. 90r-99v.
- ANONIMO (1674) - "Tasación de los daños causados por los terremotos en los edificios de Lorca". Arch. Municipal de Lorca. Año 1674. pp 121. (sin catalogar).
- ANONIMO (1680) - "Relación verdadera en que da cuenta de la ruina que ha causado el temblor de tierra en la ciudad de Málaga y Lugares de su comarca y asimismo lo que causo en Madrid, sucedido el día nueve de Octubre, este presente año de 1680". Ayuntamiento de Málaga. Biblioteca. pp 4.
- ANONIMO (1680) - "Relación verdadera de la lastimosa destrucción que padeció la ciudad de Málaga por el espantoso terremoto que sucedió el miércoles 9 de Octubre de este presente año de 1680". Arch. Hist. Nac. pp 4.
- ANONIMO (1680) - "Segunda relación del terrible Temblor de Tierra que padeció la ciudad de Málaga el miércoles 9 de Octubre de este año de 1680". Arch. Hist. Nac.

- ANONIMO (1680) - "Tercera relación en que se dá cuenta de las últimas noticias de las tempestades sucedidas en el pasado mes de Septiembre de este presente año de 1680. Y asimismo se refiere al espantoso Temblor de Tierra que sobrevino a la Coronada Villa de Madrid el miércoles 9 de Octubre de dicho año, en punto de las siete de la mañana". Arch. Hist. Nac.
- ANONIMO (1755) - "Nota de lo acaecido el día del Terremoto el año de 1755". Arch. Mun. de Guevejar. Libro de Apeo. (sin catalogar).
- ANONIMO (1778) - Arch. Hist. de la Ciudad de Granada. Cabildos del 13 de Noviembre de 1778 y sig. Lib. de Actas 118, Fol. 137r y ss.
- ANONIMO (1804) - Libro de Actas del Ayunt. de Motril de 1804. Arch. Mun de Motril.
- ANONIMO (1804) - Arch. Hist. de la Ciudad de Granada. Fomento, Leg. 62, A, 1804.
- ANONIMO (1806) - "Papeles y Documentos sobre los terremotos de 1806". Arch. Hist. Municipal de Santa Fé. (sin catalogar).
- ANONIMO (1806) - Arch. Hist. de la Ciudad de Granada. Libro de Actas Cap. 146.
- ANONIMO (1806) - Arch. Catd. de Granada. Leg. 211.
- ANONIMO (1806) - Arch. Catd. de Granada. Lib. de Actas Cap. 1805-1807. Tomo 38-39.
- ANONIMO (1806) - Arch. Parrq. de Pinos Puente. Libro 12 de Bautismos. Libro 12 de entierros. Fol. 132r-133-r. (sin catalogar).
- ANONIMO (1806) - Arch. Parrq. de Chauchina. Libro 10 de Defunciones. Fol. 26v.
- ANONIMO (1806) - Arch. Hist. Nac. Sección de Consejos. Sala de Gobierno, Leg. 3709, exp. 13-22.
- ANONIMO (1818) - "Expediente sobre los acaecimientos a resultar del terremoto en el día 20 de Diciembre". Arch. Munq. de Lorca. pp 12.
- ANONIMO (1885) - "Cartas desde los sitios azotados por los terremotos de Andalucía". Lib. Nac. Ext. (Madrid), pp 142.
- ANONIMO (1885) - Conjunto de documentos acerca del terremoto de 1884. Arch. de la Dipt. de Granada. Leg. 39. Granada 1885.
- ARANA, V. y VEGAS, R. (1974) - "Plate tectonics and volcanism in the Gibraltar arc". Tectonophysics. 24: 197-212
- ARMIJO, R. (1978) - "La zone de failles de Lorca-Totana (Cordillères bétiques, Espagne). Etude tectonique et microtectonique". Paris, Thèse Doc. 3ère cycle, 98 p.

- ARMIJO, R.; BENKHELIL, J.; BOUSQUET, J. C.; ESTEVEZ, A.; GUIRAUD, R.; MONTENAT, C.; PAVILLON, M. J.; PHILIP, H.; SANZ DE GALDEANO, C. y VIGUIER, C. (1977) - "L'histoire tectonique récente (Tortonien à Quaternaire) de l'Arc de Gibraltar et des bordures de la mer d'Alboran". Bull. Soc. géol. France (7), 19, n<sup>o</sup>m. 3: 575-614.
- ARMIJO, R.; BENKHELIL, J.; BOUSQUET, J. C.; ESTEVEZ, A.; GUIRAUD, R.; MONTENAT, C.; PAVILLON, M. J.; PHILIP, H.; SANZ DE GALDEANO, C. y VIGUIER, C. (1977) - "Les résultats de l'analyse structurale en Espagne". Bull. Soc. géol. France, 1977, 3: 561-605.
- AUBOUIN, J.; BROUSSE, R. y LEHMAN, J. P. (1984) - "Tectónica, tectonofísica, Morfología". (Tratado de Geología, T. III, Ed. Omega 42 pp.
- AUZENDE, J. M. (1978) - "Histoire tertiaire de la Méditerranée occidentale". These Etat. Univ. Paris VII, 1-200.
- AUZENDE, J. M.; BONNIN, J. y OLIVET, J. L. (1973) - "The origin of the Western Mediterranean basin". Bull. geol. Soc. London, 129: 607-620.
- AUZENDE, J. M.; REHAULT, J. P.; PATOURET, L.; SZEP, B. y OLIVET, J. L. (1975) - "Les bassins sédimentaires de la mer d'Alboran". Bull. Soc. Géol. Fr. (7), 17: 98-107.
- AZEMA, J. (1977) - Etude Géologique des zones externes des Cordillères bétiques aux confins des provinces d'Alicante et de Murcie (Espagne). Thesis, Univ. Paris, 396 pp.
- BACUN, W. H. y LINDH, A. G. (1977) - "Local magnitudes, seismic moments, and coda durations for earthquakes near Oroville, California. Bull. Seismol. Soc. Am. 67: 615-629.
- BALANYA, J. C. y GARCIA-DUENAS, V. (1986) - "Grandes fallas de contracción y de extensión implicadas en el contacto entre los domos de Alborán y Sudibérico en el arco de Gibraltar". (En prensa). 3 pp.
- BANDA, E.; CHANNELL, J. E. T. (1979) - "Evidencia geofísica para un modelo de evolución de las cuencas del Mediterráneo Occidental". Est. Geol., 35: 5-14.
- BANDA, E. (1979) - "Perfiles sísmicos de refracción en Corteza continental. Estructura de la Corteza y Manto Superior en las Cordilleras Béticas". Tesis Doctoral. Univ. Barcelona, 235 pp.
- BANDA, E. y ANSORGUE, J. (1980) - "Crustal structure under the central and eastern part of the Betic Cordillera, Geophys. J. R. astr. Soc., 63: 515-532.
- BANDA, E.; ANSORGUE, J.; BOLOIX, M y CORDOBA, D. (1980 a) - "Structure of the crust and upper mantle beneath the Balearic Islands (Western Mediterranean)". Earth Planet. Sci. Lett, 49: 219-230.

- BANDA, E.; ANSORGUE, J.; BCLOIX, M.; MUELLER, St.; UDIAS, A. y MEZCUA, J. (1980 b) - "Seismic crustal studies in the Batic Cordillera and the Balearic islands. In Proc. EGS Symp. Evolution and Tectonics of the Western Mediterranean and Surrounding areas". Inst. Geog. Nac., Madrid, Publ. 201: 81-90.
- BANGHAR, A. R. y SYKIS, L. R. (1969) - "Focal mechanisms of earthquakes in the Indian Ocean and adjacent regions". J. Geophys. Res. V. 74, 632-649.
- BAYER, R.; LE MOUËL, J. L. y LE PICHON, X. (1973) - "Magnetic anomaly pattern in the western Mediterranean". Earth Planet. Sci. Lett., Vol 19, pp 168.
- BELCUSSOV, V. V. (1967) - "Some problem concernigng the oceanic Earth's Crust and the Mantle evolution". Geotecnics (Transl. by A.G.U.) 1: 1-5.
- BELLON, H. y LETOUZY, J. (1977) - "Volcanism related to plate tectonics in the Western and Eastern Mediterranean". In: Structural History of the Mediterranean Basins, B. Bijou-Duval and L. Montadert (eds), Technip, Paris: 165-184.
- BELLON, H. y BROUSSE, R. (1977) - "Le magnetisme périméditerranéen occidental. Essai de synthèse". Coll. final A.T.P. Géodynamique Méditerranée Occidentale et abords. Bull. Soc. Geol. Fr. (7), T XIX, N 3: 469-480.
- BEMMELEN, R. W. van (1972) - "Bijdrage tot de Geologie der Betische Ketens in de provincie Granada". Tesis, Delft, 176 p.
- BEN-ISRAEL A. AND GREVILLE, T. N. E. (1974) - "Generalized Inverses". Wiley (Interscience), New York.
- BENKHELIL, J. (1976) - "Etude néotectonique de la terminaison occidentale des Cordillères (Espagne)" Thèse Univ. de Nice, 150 p.
- BENKHELIL, J. y GUITAUD, R. (1976) - "A propos du style et de l'âge des déformations récentes de la terminaison occidentale des Cordillères bétiques". C. R. Ac. Sc., Paris, 382, 1339-1342.
- BEUZART, P. (1972) - "La sismicité de la région Méditerranée et de ses bordures". Dipl. de Ing. Geophys. de la Univ. Strasbourg.
- BIJU-DUVAL, B.; DERCOURT, J. y LE PICHON, X. (1976) - "La Genese de la Méditerranée". La recherche, N 71: 811-822.
- BIJU-DUVAL, B.; DERCOURT, J. y LE PICHON, X. (1977) - "From the Tethys Ocean to the Mediterranean Seas: a plate tectonic model of the evolution of the western Alpine system". Symposium on the Geological History of the Mediterranean Basins. Technip, Paris, 143-164.

- BISZTRICSANY, E. (1958) - "A new method for the determining earthquake magnitudes". UGGI Serie A, travaux Scientifiques, Fasc. 20, 9-15.
- BIZON, G.; BIZON, J. y MONTENAT, C. (1972) - "Le Miocène terminal dans le Levant espagnol (provinces d'Alicante et de Murcie)". Rev. Inst. Franc. Petrol., 27, 831-863.
- BLUMENTHAL, M. (1927) - "Versuch einer tektonischen Gliederung der Betischen Kordillieren von central und Sudwest Andalusien". Eclogae Geol. Helv., 20: 437-532.
- BLUMENTHAL, M. (1931) - "Geologie des Chaines Penibétiques et bétiques entre Antequera et Loja et ses zones limitrophes (Andalousie)". Bull. Soc. géol. France, 5: 23-94.
- BLUMENTHAL, M. y HATZFELD, D. (1977) - "Preliminary results of measurements along seismic profiles in the Alboran sea". Publ. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sci., A-4 (115): 365-368.
- BOLT, B. A. (1960) - "The revision of earthquake epicentres, focal depths and origin times using a high-speed computer". Geophys. J. R. Astron. Soc. 3: 433-440.
- BOLT, B. A. (1970) - "Earthquake location for small networks using the generalized inverse matrix". Bull. Seismol. Soc. Am. V 60-N 6, 1823-1828.
- BONELLI RUBIO, J. y ESTEBAN CARRASCO, L. (1957) - "El sismo de Albolote-Atarfe de 19 de Abril de 1956". Inst. Geog. Cat., pp 16.
- BONINI, W. E.; LOOMIS, T. P. y ROBERTSOW, J. D. (1973) - "Gravity Anomalies, Ultramafic Intrusions and the Tectonics of the region around the Strait of Gibraltar". J. Geophys. Res., V 73, N 8: 1372-1382.
- BONSOR, J. (1918) - "El terremoto de 1504 en Carmona y en los Alcores". Bol. R. S. de Hist. Nat., Tomo XVIII. Madrid.
- BOTELLA y HORNOS, F. (1865) - "Los terremotos de Málaga y Granada". Bol. Soc. Geograf. de Madrid, T XVIII, pp 6490.
- BOTELLA y HORNOS, F. (1895) - "Observations sur le tremblement de terre de Andalousie du 25 Decembre 1854 et semaines suivantes". Compt. Rend. de la Acad. Sci. de Paris, pp 196.
- BOURGOIS, J. (1978) - "La transversale de Ronda. Données géologiques pour un modèle d'évolution à l'Arc de Gibraltar". Tesis. Univ. Besancon, pp 445.
- BOUSQUET, J. C.; DUMAS, B. y MONTENAT, CH. (1975) - "L'accident de Palomares: décrochement senestre du bassin de Vera (Cordillères bétiques orientales, (Espagne)". Cuad. Geol. Univ. Granada, 6: 113-119.
- BOUSQUET, J. C.; ECHALIER, J. C. y MONTENAT, CH. (1978) - "Rupture dans les constructions situées sur des failles actives du Sud de la Péninsule ibérique".

- BOUSQUET, J. C. y MONTENAT, CH. (1974) - "Présence de décrochements nord-est pliocuaternaire dans les Cordillères Bétiques orientales (Espagne). Extension et signification". C. R. As. Sc. Paris 278: 2617-2620.
- BOUSQUET, J. C. y MONTENAT, CH. (1974) - "La néotectonique dans les Cordillères Bétiques orientales". Nancy, 2eme Réun. Sciences de la Terre, pp 81.
- BOUSQUET, J. C.; CADET, J. P. y MONTENAT, CH. (1975) - "Quelques observations sur le jeu quaternaire de l'accident de Carboneras (Decrochement majeur senestre NE-SW des Cordillères Bétiques orientales, Espagne). 3eme Réun Ann. Sc. de la Terre, Montpellier.
- BOUSQUET, J. C.; MONTENAT, CH. y PHILIP, H. (1976) - "La evolución tectónica reciente de las Cordilleras Béticas orientales. Reunión sobre la Geodinámica de la Cordillera Bética y mar de Alborán. Serv. Publ. Univ. Granada (1978): 59-78.
- BOUSQUET, J. C. y PHILIP, H. (1967 a) - "Observations microtectoniques sur la compression nord-sud quaternaire des Cordillères Bétiques Orientales (Espagne meridionale - Arc de Gibraltar)". Bull. Soc. Géol. Fr. (7), t. XVIII, n 3: 711-727.
- BOUSQUET, J. C. y PHILIP, H. (1976 b) - "Observations tectoniques et microtectoniques sur la distension Plio-Pleistocene ancien dans l'Est des Cordillères Bétiques (Espagne Méridionale)". Cuad. Geol. Univ. Granada, 7: 57-67.
- BOUSQUET, J. C. (1976) - "Contribution a l'étude de la tectonique récente en Méditerranée occidentale: Les données de la néotectonique dans l'Arc de Gibraltar et dans l'Arc tyrrhénien". En: B. Biju-Duval and L. Montadert (ed), Structural history of the Mediterranean Basins. Int. Symp. Split 1976: 199-214.
- BOUSQUET, J. C. (1979) - "Quaternary strike-slip faults in south-eastern Spain". Tectonophysics, 52: 277-286.
- BOUSQUET, J. C. (1982) - "Neofaille ou heritage profond: Le cas de la faille de Crevillente (Cordilleras Bétiques, Espagne)". 9e Réun. Annu. Sci. Terre. Soc. Géol. Fr., Paris, 83.
- BUFE, C. C. (1970) - "Frequency-Magnitude variations during the 1970 Danville earthquake swarm". Earthquake Notes 41: 3-7.
- BUFORN, E. (1983) - "Estudio estadístico de la dirección de esfuerzos principales en terremotos". Tesis Doctoral. Univ. Complutense. Madrid 1985, pp 219.
- BUFORN, E. y UDIAS, A. (1984) - "An algorithm for local mechanism determination using signs of first motions of P, SV and SH waves". Rev. de Geofísica, 40, pp 11-26.
- BUFORN, E. (1986) - "Mecanismo focal de los terremotos del S de España." *Trobades Cientf. de la Mediterrànea. Xarxes sísmiques: Instrumentació i aplicació a la sismotectònica. Resumen.*

- BULAND, R. (1976) - "The mechanics of locating earthquakes". Bull. Seismol. Soc. Am. 66: 173-187.
- BULAND, R. (1986) - "Uniform reduction analysis". BSSA, 76-1 pp 217-230.
- BULLARD, E. C.; EVERETT, J. E. y SMITH, A. G. (1965) - "The fit of the continents around the Atlantic". En Symposium continental Drift, Phil. Trans. R. Soc. London, A. 1088, pp 1-51.
- BUNGUM, H. y HUSEBYE, E. S. (1974) - "Analysis of the operational capabilities for detection and location of seismic events at Norsar." Bull. Seismol. Soc. Am. 64: 637-656.
- BUSNARDO, R. (1975) - "Prebétique et subbétique de Jaén a Lucena (Andalousie). Introduction et Trias". Doc. Lab. Fac. Sc. Lyon, N 65, 183 pp.
- CADET, J. P.; FOURNIGUET, J.; GIGOUT, M. GUILLEMIN, M. y PIERRE, G. (1977) - "La Neotectonique de Littoraux". (en Les Resultats de l'analyse structurale et de la Neotectonique des Littoraux, GRNAG 1977). Bul. 1 Soc. Geol. France, 1977, 19, 3: 600-605.
- CADET, J. P.; FOURNIGUET, J. y GIGOUT, M. (1978) - "Sur la néotectonique des littoraux quaternaires entre Málaga et le cabo de Gata (Andalousie, Espagne)". Reunión sobre la Geodinámica de la Cordillera Bética y mar de Alborán (1976). Univ. Granada: 163-164.
- CANAS, J. A.; DE MIGUEL, F.; VIDAL, F. y ALGUACIL, G. (1986) - "Rayleigh wave attenuation and  $Q_s$  structure in the Iberian Peninsula". Geophys. J. R. Astr. Soc. (en prensa).
- CAPOTE, R. (1978) - "Seminario sobre criterios sísmicos para instalaciones nucleares y obras públicas". Tectónica española, Madrid, pp 1-30.
- CARA, M. y HATZFELD, D. (1976) - "Vitesse de Groupe de part et d'autre de la ligne Azores-Gibraltar". Ann. Geophys. 32: 85-91.
- CARA, M. y HATZFELD, D. (1977) - "Dispersion des ondes de surface de part d'autre de la ligne Azores-Gibraltar et en Afrique du Nord (periodes inferieures a 80 s)". Bull. Soc. Geol. France. XIX, 4: 757-764.
- CARSI, J. (1986) - "Variación lateral de la atenuación sísmica en el Sur de España". Tesina de Espec. ETSICCP. Univ. Politecn. de Catalunya, 219 pp.
- CERMARK, R. y HURTIG, E. (1979) - "Heat flow map of Europe in: Terrestrial Heat Flow in Europe, V". Cermak and L. Ribach (eds.), Springer, Berlin.
- CISTERNAS, A.; DOREL, J. y GAULON, R. (1962) - "Models of the complex source of the El Asnam Earthquake". Bull. Seism. Soc. Am. Vol. 72, N 6: 2245-2266.

- COMAS, M. C. (1978) - "Sobre la geología de los Montes Orientales. Sedimentación y evolución paleogeográfica desde el Jurásico al Mioceno inferior (Zona Subbética. Andalucía)". Tesis. Univ. Bilbao, 323 pag.
- COMAS, M. N. (1970) - "Observaciones geológicas en los alrededores de Nigüelas (Granada, Zona Bética)". Cuad. Geol. Univ. Granada, 1: 39-43.
- COMISION ESPAÑOLA (1885) - "Informe dando cuenta del estado de los trabajos en 7 de Marzo 1885". pp 105.
- COMISION ITALIANA (1886) - "Informe del terremoto de Andalucía. 1884." R. Acad. dei Lincei, Vol. III: 116-222.
- CONSTANTINESCU, L.; RUPRECHTOVA, L. y ENESCU, D. (1966) - "Mediterranean Alpine Earthquake Mechanism and their Seismotectonic Implications". Geophys. J. R. Astr. Soc., N 10: 347-368.
- CORDOBA, D. y BANDA, E. (1980) - "Gradientes de velocidad en la corteza y manto superior de las Islas Baleares (Mar Mediterraneo)". Geof. Int. 19, 4: 285-303.
- CORON, S. (1973) - "Grandes zones d'anomalies de la pesanteur dans le Bassin Méditerranéen et ses bordures. Détails pour la région de Gibraltar". CIESM, Rapport Scientifique 22, 2.,: 31-33.
- COX, D. R. y LEWIS, P. A. W. (1966) - "The statistical analysis of series of events". Methuen. London.
- CRAMPLIN, S. (1970) - "A method for the location of near seismic events using travel-times ray paths". Geophys. J. R. Astron. Soc. 21: 535-539.
- CRUZ-SANJULIAN, J. y GARCIA-ROSELL, L. (1975) - "Termalismo en España meridional". Bol. Geol. y Min., LXXXVI: 179-186.
- CHACON, L. (1955) - "Ensayo del método de Byerly para la determinación de fallas sísmicas aplicado a la zona Martos-Alcaudete (Jaén), utilizando el terremoto del 19 de Mayo de 1951". Mem. del Inst. Geogr. y Cat., 34: 8.
- CHANDRA, U. (1971) - "Combination of P and S data for the determination of earthquake focal mechanism". Bull. Seismol. Soc. Am. 61: 1655-1673.
- CHUNG, W. Y. y KANAMORI, H. (1976) - "Source process and tectonics implication of the Spanish Deep Focus Earthquake of March 29, 1954". Phys. Earth. Planet. Inter. 13: 85-89.
- DABRÍO, C. J.; FERNANDEZ, J.; PEÑA, J. A.; RUIZ BUSTOS, A. y SANZ DE GALDEANO, C. (1978) - "Interprétation sédimentaire des matériaux néogènes du bord nord-est du bassin de Grenade (Espagne)". C. R. somm. Soc. Géol. Fr., fasc. 3: 121-123.
- DABRÍO, C. J.; FERNANDEZ, J.; PEÑA, J. A.; RUIZ BUSTOS, A. y SANZ DE GALDEANO, C. (1978) - "Rasgos sedimentarios de los conglomerados miocénos del borde noreste de la Depresión de Granada". Est. Geol. Madrid, 34: 89-97.



- DAVISON, C. (1885) - "The Andalusian earthquake of December 25, 1884". A study of recent earthquake. Chap. V pp 399, Paris 1885.
- DEFENSOR DE GRANADA, EL. Noticias de los terremotos de 1884-1885. Publi. en el periódico durante 1884-1885.
- DESCHAMPS, A.; GAUDEMER, Y. y CISTERNAS, A. (1982) - "The El Asnam earthquake of October 10, 1980, multiple-source mechanism from long-periods records". Bull. Seism. Soc. Am., 72, pp 1111-1128.
- DE SMET, M. E. M. (1984 a) - "Origin of the Crevillente Fault Zone (Betic Cordilleras, southern Spain)". Thesis. Free University Amsterdam. Free University Press, Amsterdam. 176 pp.
- DE SMET, M. E. M. (1984 b) - "Wrenching in the External Zone of the Betic Cordilleras, Southern Spain". Tectonophysics, 107: 57-79.
- DEWEY, J.F.; PITMAN, W.C.; RYAN, W.B.J. y BONNIN, J. (1973) - "Plate tectonics and the evolution of the Alpine system". Geol. Soc. Am. Bull., 84: 3137-3180.
- DEWEY, J.F. y BIRD, J.M. (1970) - "Plate tectonics and Geosynclines, Tectonophysics". International J. of Geotectonics and the Geology and Physics of the Int. of the Earth, V 10: 5-6.
- DIAZ DE ESCOVAR Y URBANO (1885) - "Los terremotos de Málaga". Datos históricos coleccionados por Diaz de Escovar. Archivo Diaz de Escovar. Málaga.
- DIDON, J. (1973) - "Accidents transverses et coulissages longitudinaux dextres dans la partie N de l'Arc de Gibraltar. Cordilleres Bétiques occidentales. Espagne". Bull. Soc. Geol. Fr., 15(2): 121-127.
- DIDON, J.; DURAN-DELGA, M. y KORNPROBST, J. (1973) - "Homologies géologiques entre les deux rives du détroit de Gibraltar" Bull. Soc. Géol. France, 15: 77-105.
- DILLINGER, W.H.; HARDING, S.T.; POPE, A. et al. (1972) - "Determining maximum likelihood body-wave focal plane solutions". Geophys. J.R. Astron. Soc., 30: 315-329.
- DILLON, W.P.; ROBB, J.M.; GREENE, H.G. y LUCENA, J.C. (1980) - "Evolution of the continental margin of southern Spain and the Alboran Sea". Mar. Geol., 36: 205-226.
- DOMINGUEZ GARCIA, M. (1983) - "Colección documental para la Historia de Motril". Excmo. Dip. Prov. de Granada y Excmo. Ayunt. de Motril, Granada 1983.
- DOMINGO GARCIA, M.; FERNANDEZ PUBIO, F.; LOPEZ GONZALEZ, J.D. y GONZALEZ GOMEZ, C. (en prensa) - "Aportación al conocimiento de la Neotectónica de la depresión de Padul (Granada)". Tecniterrae.

- DUE ROJO, A. (1951) - "El período sísmico de la provincia de Jaén. Marzo-Agosto 1951". Rev. Las Ciencias, Madrid, XVII, n.1, pp49-54.
- DUE ROJO, A. (1956) - "Movimientos sísmicos en España durante el año 1954". Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., Vol LIV: 154-166.
- DUE ROJO, A. (1956) - "Notas sísmicas de 1955". Rev. Geofísica, N 58: 189-192.
- DUE ROJO, A. (1957) - "Notas sísmicas de 1956". Rev. Geofísica, N 61: 77-83.
- DURAND DELGA, M. (1966) - "Titres et travaux scientifiques". Imprimerie Priester, Paris, 43 pp.
- DURAND DELGA, M. (1973) - "Hypotheses sur la genese de la courbure de Gibraltar". Bull. Soc. Geol. France, 15:119-120.
- DURAND DELGA, M. (1980) - "La Méditerranée occidentale: etapes de la genese et probleme structuraux lies a celle-ci". Mem. h. ser. Soc. Géol. France, 10 Livre Jubilaire de la Soc. G.F. (1830-1980): 203-224.
- DURAND DELGA, M. y FONTBOTE, J. (1980) - "Le cadre structural de la Méditerranée occidentale". Int. Geol. Congr., 26th, Paris, CS:67-85.
- EATON, J.P. (1969) - "HYPOLAYR, a computer program for determining hypocenters of local earthquakes in an earth consisting of uniform flat layers over a half space". Geol. Surv. Open-file Rep. (U.S.), 155.
- ECKART, C. y YOUNG, G. (1939) - "A principal axis transformation for non-Hermitian matrices". Am. Math. Soc. Bull. 45:118-121.
- EGELER, C.G. y SIMON, O.J. (1959) - "Sur la tectonique de la Zone Bétique (Cordilleres Béiques. Espagne)". Verh. Kon. Ned. Akad. Wet. Afd. Nat. Reeks, 1, 25:1-90.
- ENGD AHL, E.R. y GUNST, R.H. (1966) - "Use of a high speed computer for the preliminary determination of earthquake hypocenters". Bull. Seismol. Soc. Am. 56: 325-336.
- ENGD AHL, E. R. y LEE W.H.K. (1956) - "Relocation of local earthquakes by seismic ray tracing". J. Geophys. Res. 61: 4400-4406.
- ERICKSON, (1970) - "The measurement and interpretation of heat flow in the Mediterranean and Black Seas". Ph. D. Thesis, M.I.T.
- ERICKSON, A.J; SIMMONS, G. y RYAN, W.B.F. (1976) - "Review of heatflow data from the Mediterranean and Aegean seas". CIESM, XXV CONGR. Ass. Plen., Split. Symp. Int. "Struc. Hist. of the Med. Basins". 263-275.

- ESTEVA, L. (1974) - "Geology and probability in the assessment of Seismic Risk". Proc. 2nd Int. Congr. Assoc. Eng. Geol. Sao Paulo: 1-14.
- ESTEVA, L. (1976) - "Seismicity". En "Seismic Risk and Engineering decisions". Elsevier Sc. Pub. Co. pp 425.
- ESTEVEZ, A.; LOPEZ GARRIDO, A.C. y SANZ DE GALDEANO, C. (1976) - "Estudio de las deformaciones recientes en el sector de Ne-gratín (Depresión de Guadix-Baza)". Reunión sobre la Geodinámica de la Cordillera Bética y mar de Alborán. Serv. Publ. Univ. de Granada: 165-192.
- ESTEVEZ, A.; RODRIGUEZ FERNANDEZ, J.; SANZ DE GALDEANO, C. y VERA, J.A. (1982) - "Evidencia de una fase compresiva de edad Tortonense en el sector central de las Cordilleras Béticas". Estudios geol. 38: 55-60.
- ESTEVEZ, A. y SANZ DE GALDEANO, C. (1980) - "La Néotectonique des environs de la Sierra Arana (prov. de Grenade, Espagne)". Cuad. Geol. Univ. de Granada.
- ESTEVEZ, A. y SANZ DE GALDEANO, C. (1983) - "Néotectonique du secteur central des Chaines Bétiques". Rev. géol. Dyn. et géogr. Phys., 24: 23-34.
- ESTEVEZ, A. y SANZ DE GALDEANO, C. (1984) - "Neotectónica en la Depresión de Granada y áreas próximas. Métodos empleados para el estudio de las deformaciones neotectónicas". Energ. Nuclear, 25: N 149-150: 249-257.
- ESTEVEZ, A.; LOPEZ GARRIDO, A.C.; RODRIGUEZ FERNANDEZ, J.; ALBERDI, M.T. y RUIZ BUSTOS, A. (1982) - "Sur l'âge mio-pliocène des séries détritiques de la terminaison occidentale du bassin de Grenade (Espagne Meridionale)". C.R. Acad. Sc. Paris t294 Sér. II: 1187-1190.
- EVERDEN, J.F. (1969) - "Precision of epicenters obtained by small numbers of world-wide station". Bull. Seimolg. Soc. Am., 59, 1365-1398.
- FALLOT, P. (1932) - "Essais sur la repartition des terrains secondaires et tertiaires dans le domaine des apéides espagnoles". Geologie des chaines Bétique et Subbétique. Assoc pour l'étude géologique de la Méditerranée occidentale. Vol. IV, part II, 64 pp.
- FALLOT, P. (1948) - "Les Cordilleres Bétiques". Estud. Geol. Madrid, 3: 83-172.
- FELIU BOADA, E. (1885) - "Los terremotos. Relación de los ocurridos en las provincias de Granada y Málaga".
- FERNANDEZ DE CASTRO, M.; LASALA, J.P.; CORTAZAR, D. y GONZALO Y TARIN, J. (1885) - "Terremoto de Andalucía: Informe de la Comisión nombrada para su estudio dando cuenta del estado de los trabajos en 7 de Marzo 1885". Imp. de M. Tello. Madrid 1885, pp 107.

- FINETTI, I. y MORELLI, C. (1972) - "Wide scale Digital Seismic Exploration of the Mediterranean Sea". *Boll. Geof. teor. appl.* XIV, 56: 191-342.
- FINETTI, I. y MORELLI, C. (1973) - "Geophysical exploration of the Mediterranean Sea". *Boll. Geofis. Teorica Appl.* 15: 263-341.
- FLINN, E.A. (1960) - "Local earthquake location with an electronic computer". *Bull. Seismol. Soc. Am.* 50: 467-470.
- FLINN, E.A. (1965) - "Confidence regions and error determinations for seismic event location". *Rev. Geophys.*, 3, 157-185.
- FORYSTHE, G.E. y MOLER, C.G. (1967) - "Computer solution of Linear Algebraic Systems". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- FOUCAULT, A. (1971) - "Etude géologique des environs des sources du Guadalquivir (prov. de Jaén et de Grenade. Espagne meridional)". *Teisis Univ. Paris*, 633 pp.
- FOUQUET et al. (1890) COMISION DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS DE PARIS - "Estudios referentes al terremoto de Andalucía". Imprenta y fundación Tello. Madrid 1890.
- FOUCHER, J.P.; AUZENDE, J.M.; REHAULT, J.P. y OLIVER, J.L. (1976) - "Nouvelles données de flux géothermique en Méditerranée Occidentale". 4ème Reun. Ann. des Sci. de la Terre. Paris (Abstract).
- FRANCHETEAU, J. (1973) - "Plate tectonic Model of the opening of the Atlantic Ocean South of the Azores". En *Implication of continental drift to the Earth Sciences*. Ed. D.H. Tarling and S.K. Rorcorn, V 1, LONDON. Academic Press, pp 197-202.
- FUKAO, Y. (1973) - "Thrust faulting at a lithospheric plate boundary the Portugal earthquake of 1969". *Earth and Plan. Sc. Letters.*, V 18, pp 205-216.
- GALBIS RODRIGUEZ, J. (1932) - "Catálogo sísmico de la zona comprendida entre los meridianos 5 E y 20 W y paralelos 45 N y 25 N". Tomo I. *Inst. Geog. Cat.* pp 807.
- GALBIS RODRIGUEZ, J. (1940) - "Catálogo sísmico de la zona comprendida entre los meridianos 5 E y 20 W y paralelos 45 N y 25 N". Tomo II. *Inst. Geog. Cat.* pp 277.
- GALDEANO, A.; COURTILLOT, V.; LE BORGNE, E.; LE MOUEL, J.L. y ROSSIGNOL, J.C. (1974) - "An Aeromagnetic Survey of the Southwest of Western Mediterranean: Description and Tectonic Implications". *Earth and Planet. Sci. Lett.*, 23: 323-336.
- GALDEANO, A. y ROSSIGNOL, J.C. (1977 a) - "Contribution de l'aeromagnetisme a l'etude du Golfe de Valence (Méditerranée occidentale)". *Bull. Soc. Geol. Fr.*, 7, 17: 45-51.

- GALDEANO, A. y ROSSIGNOL, J.C. (1977 b) - "Assemblage a altitude constante des cartes d'anomalies magnétiques couvrant l'ensemble du bassin occidental de la Méditerranée". Bull. Soc. Géol. Fr., 19: 461-468.
- GARCIA DUENAS, V. (1967) - "La Zona Subbética al Norte de Granada". Tesis. Univ. de Granada (inédita).
- GARCIA DUENAS, V. (1969) - "Les unités allochtones de la Zona Subbétique, dans la transversale de Granada (Cordillères Bétiques, Espagne)". Rev. de Géographie Phys. et de Geol. Dynam. (2), V. XI, F2, p 211-222.
- GARCIA DUENAS, V. (1983) - "Las Zonas Internas Bético-Rifeñas en el marco geodinámico del Mediterráneo occidental". V. As. Nac. de Geol. y Geof. Madrid, 1983.
- GARCIA DUENAS, V.; DE MIGUEL, F; SANZ DE GALDEANO, C. y VIDAL, F. (1984) - "Neotectónica y sismicidad en las Cordilleras Béticas. Una revisión de resultados". Energía Nuclear, 149-150.
- GARCIA HERNANDEZ, M.; LOPEZ GARRIDO, A.C.; RIVAS, P.; SAN DE GALDEANO, C. y VERA, J.A. (1980) - "Mesozoic paleographic evolution of the External Zone of the Betic Cordillera". Geol. Minjnbouw, 59 (2): 155-168.
- GARRIDO, N. (1807) - "Memoria que con motivo de los temblores de tierra sentidos en Granada y sus contornos, desde el 27 de Octubre de 1806..." Imp. Francisco Gomez Espinosa de los Monteros, Granada, pp 116.
- GEIGER, L. (1912) - "Probability method for the detemination of earthquake epicenters from the arrival time only". Bull. St. Louis Univ. 8: 60-71.
- GENTIL, P. y JUSTO, J.L. (1983 a y b) - "El terremoto de Carmona de 1504". Sismicidad Historica de la Región de la Península Ibérica. pp 9-16.
- GENTIL, P. y JUSTO, J.L. (1985) - "Mapa de isosistas del Terremoto de Málaga de 1660" rev. de Geof. V41-N1, pp. 65-70
- GIRARDIN, N.; HATZFELD, D. y GIRAUD, R. (1977) - "la sismicite du nord de l'Algerie". C.R. Somm. Sec. Geol. Fr. Fasc. 2: 95-100.
- GIROD, N. y GIROD, N. (1977) - "Contribution de la petrologie a la connaissance de l'évolution de la Méditerranée occidentale depuis l'Oligocène". Coll. Final A.T.P. Geodynamique Méditerranée occidnetale et abords. Bull. Soc. Geol. Fr. (7), T XIX, N 3: 481-488.
- GOLUB, G.H. AND REINSCH, C. (1970) - "Singular value descompositiion and least squares solutions". Numer. Math. 14: 403-420.
- GRIMISON, N.L. y WANG-PING CHEN. (1986) - "The Azores-Gibraltar plate boundary: focal mechanism, depths of earthquakes, and their tectonic implications". J. Geophys. Res., 91: 2029-2047.

- GRUPE DE RECHERCHE NEOTECTONIQUE DE L'ARC DE GIBRALTAR (1977) - "L'histoire tectonique recente (Tortonien a Quaternaire) de l'Arc de Gibraltar et des bordures de la mer d'Alboran". Bull. Soc. géol. France, 19: 575-614.
- GRUPE DE RECHERCHE NEOTECTONIQUE DE L'ARC DE GIBRALTAR (1977) - "Conclusions générales. Signification géodynamique des phénomènes observés". Coll. final A.T.P. Géodynamique Méditerranée occidentale et abords. Bull. Soc. Géol. Fr. (7), TXIX, N3: 605-614.
- GUINN, S.A. (1977) - "Earthquake focal Mechanisms in the Southeastern United States". School of Geoph. Sci. Georgia Inst. of Tech. Master's Thesis, pp 150.
- GUINN, S.A. y LONG, (1977) - "A computer method for determination of valid focal mechanism using p-wave first motions". Earthquake notes, N 48 pp 21-27.
- GUIRAO, J.M.; ALGUACIL, G.; DE MIGUEL, F. y VIDAL, F. (1981) - "Localizaciones de sismos próximos". IV Asam. Nal. de Geof. y Geod. Zaragoza, 1981. Tall. Inst. Geog. Nal., 1: 381-388.
- GUIRAO, J.M.; ALGUACIL, G.; DE MIGUEL, F. y VIDAL, F. (1981) - "Algunas aplicaciones del análisis espectral en sismología". IV Asam. Nal. Geof. y Geod., Zaragoza, 1981. Talla. Inst. Geo. Nal. Vol. 1: 527-534.
- GUIRAO, J.M. (1983) - "Guía de uso del programa MEC. 3". Report. 5. 1983. Obs. Univ. de Cartuja. Univ. de Granada. pp 26.
- GUIRAO, J.M. y VIDAL, F. (1983) - "Un método para el cálculo del dominio de soluciones válidas del mecanismo focal de terremotos". V Asamb. Nal. de Geof. y Geod. Madrid 1983.
- GUIRAO, J.M. y VIDAL, F. (1984) - "Determinación de mecanismos focales con microcomputador". Rev. de Geof., 40: 309-314.
- GUIRAO, J.M. y DE MIGUEL, F. (1984) - "Errores esperados en las localizaciones de sismos en la Depresión de Granada". Rev. de Geof. 40: 33-42.
- GUTENBERG, B. y RICHTER, C.F. (1941) - "Seismicity of the Earth". Geol. Soc. Am. Spec. Pap. 34: 1-133.
- GUTENBERG, B. y RICHTER, C.F. (1944) - "Frequency of earthquakes in California". Bull. Seismol. Soc. Am. 34: 135-188.
- GUTENBERG, B. y RICHTER, C.F. (1949) - "Earthquake, magnitude, intensity, energy and acceleration (first paper)". Bull. Seism. Soc. Am. 38 - 163-191.
- GUTENBERG, B. y RICHTER, C.F. (1954) - "Seismicity of the Earth and associated phenomena". Princenton Univ. Press. pp 310.
- GUTENBERG, B. y RICHTER, C.F. (1956) - "Earthquake magnitude, intensity, energy and acceleration (second paper)". Bull. Seismol. Soc. Am. 46: 105-145.

- HAHN, G.J. y SHAPIRO, S.S. (1968) - "Statistical Models in Engineering". Wiley and Sons. New York.
- HATZFELD, D. (1976) - "Etude de sismicité dans la région de l'arc de Gibraltar". Ann. Geophys., 32: 71-85.
- HATZFELD, D. y BENSARI, D. (1977) - "Grands profils sismiques dans la région de l'Arc de Gibraltar". Coll. final A.C.P. géodynamique Méditerranée occidentale et abords. Bull. Soc. Géol. Fr. (7), T. XIX, N 3 sous presse.
- HATZFELD, D.; FROGNEUX, M. y GIRARDIN, N. (1977) - "Etude de sismicité dans la région de l'arc de Gibraltar et l'Algérie du Nord". Bull. Soc. Géol. Fr., 19: 741-747.
- HATZFELD, D. (1978) - "Etude sismotectonique de la zone de collision Ibero-Maghrebien". Doctorate Dias. I.R.I.G.M. Univ. Sc. et Med. de Grenoble, pp 281.
- HATZFELD, D. y BOLOIX, M. (1978) - "Resultados preliminares de los perfiles sísmicos profundos del Mar de Alborán (1979)". Reunión sobre la Geodinámica de las Cordilleras Béticas y Mar de Alborán. Univ. Granada: 19-24.
- HATZFELD, D. y FROGNEUX, M. (1980) - "Structure and tectonics of the Alboran Sea". Evolution and Tectonics of the western Mediterranean and surrounding areas. IGN, Spec. Pub. 201, Madrid 1980: 93-108.
- HATZFELD, D. y FROGNEUX, M. (1981) - "Intermediate depth seismicity in the Western Mediterranean unrelated to subduction of oceanic lithosphere". Nature, 292: 443-445.
- HATZFELD, D. y DUYED, M. (1982) - "Results of a microearthquake study, one year before the El Asnam earthquake of October 10, 1980". Tectonophysics, 89, T33-T36.
- HAWKES, A.G. (1971) - "Point spectra of some mutually exciting point processes". J.R. Statist. Soc. B, 33: 438-443.
- HAWKES, A.G. y ADAMOPOULOS, L. (1973) - "Cluster models for Earthquakes. Regional comparison". Bull. Int. Stat. Inst. XLV (3): 454-460.
- HAWKES, A.G. y OAKES. (1974) - "A cluster process representation of a Self-exciting process". J. Appl. Prob. 11: 493-503.
- HERMES, J.J. (1977) - "Late Burdigalian folding in the Subbetic north of Vélez Blanco, province of Almería, southeastern Spain". Proc. K. Ned. Akad. Wet., 80 (2): 89-99.
- HERMES, J.J. (1978 a) - "The stratigraphy of the Subbetic and Southern Prebetic of the Vélez Rubio-Caravaca area and its bearing on transcurrent faulting in the Betic Cordilleras of Southern Spain". Proc. K. Ned. Akad. Wet., 81 (1): 41-72.
- HERMES, J.J. (1978 b) - "The Prebetic zone, the Guadalquivir basin and the Balearic promontory". C.R. Somm. Soc. Séances Géol. Fr., 4: 187-190.

- HERMES, J.J. (1978 c) - "Late Burdigalian folding in the Subbetic north of Vélez Blanco, province of Almería, southeastern Spain". Proc. K. Ned. Akad. Wet., 80 (2): 89-99.
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1900) - "Relación de algunos terremotos ocurridos durante la dominación de los árabes en España". Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Vol XXXIX, p: 89-92.
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1918) - "Nota adicional a la del Sr. Bon-sor respecto al terremoto de 1504 en Carmona y en los "Alcores". Bol. de la ER.S.E. de Hist. Nat. Madrid.
- HERRAIZ, M. y MEZCUA, J. (1979) - "Aplicación del análisis espectral al sismo de Lorca del 6 de Junio de 1977. Determinación de los parámetros focales". III Asamb. Nac. Geod. y Geof. Inst. Nac. 7. 1: 395-417.
- HERRMANN, R.B. (1975) - "The use of duration as a measure of seismic moment and magnitude". Bull Seism. Soc. Am. 65: 899-913.
- HERRMANN, R.B. (1977) - "A method for synthesis of the seismic coda of local earthquakes". J. Geophys., 43: 341-350.
- HERRMANN, R.B. (1979) - "FASTHYPO-a hypocenter location program". Earthquake Notes 50: 899-913.
- HERRMANN, R.B. (1980) - "Q estimates using the coda of local earthquakes". Bull. Seism. Soc. Am. 70: 447-468.
- HINZ, K. (1972) - "Results of seismic refraction investigations (project ANNA) in the western Mediterranean Sea, south and north of the island Mallorca". Bundesanst. F. Bodenforsch. Hannover, Prelim. Rep.
- HIRASAWA, T. (1966) - "A least squares method for the focal mechanism determination from S wave data. Part I". Bull. Earthq. Res. Inst. 44: 901-918.
- HIRN, A.; STEINMETZ, L. y SAPIN, M. (1977) - "A long range seismic profile in the western Mediterranean Basin: Structure of the Upper Mantle". Ann. Geophys. 33, 3: 373-384.
- HIRN, A.; DAIGNIERES, M.; GALLART, J. y VADELL, M. - "Explosion seismic sounding of throws and dips in the continental crust". Geophys. Res. Lett. 7, 4: 263-266.
- HODGSON, J.H. y STOREY, R.S. (1953) - "Tables extending Byerly's Fault Plane Techniques to Earthquakes of any focal Depth". Bull. Seism. Soc. Am., 43: 49-61.
- HODGSON, J.H. y COCK, J.I. (1956) - "Direction of faulting in the deep focus Spanish earthquake of 1954, March 29". Tellus, 8: 321-328.
- HONDA, H. (1957) - "The mechanism of the earthquakes". Sc. Rep. Tohoku Univ. Ser. Geophys., 9 Suppl.: 1-46.
- HONDA, H. (1962) - "Earthquake mechanism and seismic waves". J. Phys. Eart. 10: 1-97.



- HSU, K.J. (1917 a) - "Deep Sea drilling in the Mediterranean". First European Earth and Planetary Physics Colloquium. Reading, England. (Abstract).
- HSU, K.J. (1917 b) - "Origin of the Alps and Western Mediterranean". *Nature*, Vol. 233, N 5314: 44-48.
- INGLADA ORS, V. (1927) - "Estudio de sismos españoles. El terremoto del bajo Segura de 10 de Septiembre de 1919". Imprenta Clásica Española, pp 72.
- ISHIMOTO, M. y IIDA, K. (1939) - "Observations sur les seismes enregistrés par le microsismographe construit dernièrement (1)". *Bull. Earthquake Res. Inst. Univ. Tokyo* 17: 443-478 (in Japanese with French abstract).
- JACOB, K.H. (1974) - "A magnitude scale for the Tabela seismic network". *Lamont-Doerty Geol. Observatory of Columbia University*, Palisades, 16 pp.
- JEREZ MIR, F. (1979) - "Contribución a una nueva síntesis de la Cordillera Bética". *Bol. Geol. y Min.* 90: 503-555.
- JEREZ MIR, F. (1981) - "Propuesta de un nuevo modelo tectónico general para las Cordilleras Béticas". *Gongr. Geol. Int., Paris 80 (B.R.G.M., V 1, p 352)*.
- JULIVERT, M.; FONTCOTE, J.M.; RIPEIRO, A. y CONDE, L. (1980) - "Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares". *Serv. Publ. I.G.M.E.*, 113 pp.
- JUSTO, J.L. y GIL, P. (1983) - "Los terremotos de la provincia de Sevilla. Desarrollo de un plano geotécnico de Sevilla capital". *Imp. Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Sevilla*, Sevilla.
- JUSTO, J.L. y GENTIL, P. (1983) - "La falla del terremoto de Carmona de 1504". *Sismicidad Histórica de la Región de la Península Ibérica*, pp 20-26.
- KAMPSCHUUR, W. (1972) - "Geology of the Sierra de Carrascos (SE Spain) with emphasis on alpine polyphase deformation". *Tesis. Univ. Amsterdam, GUA Pap. Geol., (1), 4: 114 pp.*
- KAMPSCHUUR, W. y RONDEEL, H. (1975) - "The origin of the Betic orogen". *Tectonophysics*, 27: 39-56.
- KARING, D.E. (1971) - "Origin and development of marginal basins in the western Pacific". *J. Geophys. Res.*, 76: 25-42.
- KARNIK, V. (1969) - "Seismicity of the European Area". Part I. *Reidel Pub. Co.*
- KARNIK, V. (1971) - "Seismicity of the European Area". Part II. *Reidel Pub. Co.*, pp 218.
- KASAHARA, K. (1963) - "Computer program for a fault-plane solution". *Bull. Seismol. Soc. Am.* 53: 1-13.

- KASAHARA, K. (1981) - "Earthquake Mechanics". Cambridge Univ. Press, 248 pp.
- KEILIS-BOROK, V.I. (1950) - "On the question of determining the dynamic parameters of a focus". Trudy Geof. Inst. Akad. Nauk SSSR, 9 (1956): 3-19.
- KEILIS-BOROK, V.I.; PISARENKO, V.F.; PYATETSKII-SHAPIRO, I.I. y ZHELANKINA, T.S. (1972) - "Computer determination of earthquake mechanism". In "Computational Seismology" (V.I. Keilis-Borok, ed), pp 32-45. Consultants Bureau, New York.
- KISLINGER, C. y ENGDAHL, E.R. (1973) - "The interpretation of the Wadati diagram with relaxed assumptions". Bull. Seism. Soc. Am, V 63, 5, p 1723-1736.
- KLEIN, F.W. (1978) - "Hypocenter location program HYPOINVERSE; Users guide to versions 1, 2, 3 and 4". Geol. Surv. Open-File Rep. (U.S.) 78 - 694: 1-113.
- KNOPOFF, L. (1961) - "Analytical calculation of the fayult plane problem". Publ. Dom. Obs. (Ottawa), 24: 309-315.
- KORNPROBST, J. (1976) - "Signification Structurale des péridotites dans l'orogène bético-rifain: arguments tirés de l'étude des détritiques observés dans les sédiments paléozoïques". Bull. Soc. Geol. Fr., XVIII, N 3: 607-618.
- LAHR, J.C. (1979) - "HIPOELLIPSE: A computer program for determining local earthquake hypocentral parameters, magnitude, and first motion pattern". Geol. Surv. Open-File Rep. (U.S.) 79-431: 1-239.
- LARRAMENDI, J.A. (1829) - "Memoria y relación circunstanciada de los terremotos de 21 de Marzo y 18 de Abril de 1829". Edit. Imprenta Real, pp 24.
- LASALA Y COLLADO, F. (1888) - "Memoria del Comisario Regio para la reedificación de los pueblos destruidos por los terremotos en las provincias de Granada y Málaga". M. Minuesa de los Rios, Impresor. Madrid, pp 98.
- LAWSON, C.L. y PANSON R.J. (1974) - "Solving Least Squares Problems". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- LEBLANC, D. y OLIVIER, P.H. (1984) - "Role of strike-slip fault in the Betic-Rifian orogeny". Tectonophysics, 101: 345-355.
- LE BORGNE, E.; LE MOUËL, J.L. AND LE PICHON, X. (1971) - "Aeromagnetic survey of south-western Europe". Earth Plan. Sc. Lett. 12: 287-299.
- LE BORGNE, E. y LE MOUËL, J.L. (1977) - "Anomalies de conductivité au Sud de la péninsule ibérique: raccordement d'un canal conducteur situé sous la Méditerranée à un canal conducteur situé dans le Nord du Maroc". Ann Géophys. 33: 237-242.
- LE PICHON, X.; PAUTOT, G. y WEILLI, J.P. (1972) - "Opening of the Alboran sea". Nature, 236: 33-35.

- LEE, W.H.K. Y LAHR, J.C. (1975) - "HYP071 (revised): A computer program for determining hypocenter, magnitude, and first motion pattern of local earthquakes". Geol. Surv. Open-File Rep. (U.S.) 75 - 311: 1-116.
- LEE, W.H.K.; BENNETT, R.E. y MEAGHER, K.L. (1972) - "A method of estimating magnitude of local earthquakes from signal duration". Geol. Surv. Open-File Rep. (U.S.) 28.
- LEE, W.H.K.; NELSON, G.; WARD, P.L. y ZHAO, Z.H. (1981) - "Users' manual for HYPOBIA: A program to determine hypocenter and magnitude of local earthquakes using minicomputer". En preparación.
- LEE, W.H.K. y STEWART, S.W. (1981) - Principles and applications of microearthquake networks". Academic Press, London, 293 pp.
- LEWIS, P.A.W.; KATCHER, A.M. y WEISS, A.H. (1969) - "Sase IV. An improved program for the statistical analysis of series of event". IBM Research Report, RC 2365
- LEWIS, P.A.W. (1976) - "Sase VI and the statistical analysis of series in event in computer systems". Naval Postgraduate School, Report N NPS55LW76091.
- LHENAFF, R. (1979) - "Le bassin de Granada (Andalousie, Espagne). Morphogenese d'une cuvette intra-montagneuse". Méditerranée, 3: 37-44.
- LIENERT, B.R.; BERG, E. y FRAZER, L.N. (1986) - "HYPOCENTER: An earthquake location method using centered, scaled and adaptively lamped least squares". Bull. Seism. Soc. Am., 76, pp 771-783.
- LIU, H.S. (1983) - "A dynamical basis for crustal deformation and seismotectonic block movements in central Europe". Phys. Earth Planet. Inter., 32: 146-159.
- LOMNITZ, C. (1973) - "Poisson processes in earthquakes studies. Bull. Seism. Soc. Am. 63, 2: 733.
- LOMNITZ - ADLER, J. y LOMNITZ C. (1978) - "A new magnitude-frequency relation for earthquake and a clasification of relation types". Geophy. Journal R.A.S., 42: 61-79.
- LOPEZ ARROYO, A. (1964) - "Boletín de Sismos Próximos". 2 Cuatrimestre. Inst. Geogr. y Catast.
- LOPEZ ARROYO, A.; MARTIN MARTIN, A.J. y MEZCUA RODRIGUEZ, J. (1980) - "El terremoto de Andalucía. Influencia en sus efectos en las condiciones del terreno y del tipo de construcción". en "El terremoto de Andalucía de 1884". Inst. Geog. Nac.: 5-94.
- LOPEZ MARINAS, J.M. (1977) - "Estudio del terremoto de 22 Septiembre 1522 en Almería". Hidroeléctrica Española, pp 16.

- LOPEZ MARINAS, J.M. (1978) - "Notas sobre la sismicidad histórica en el Sureste Español". Seminario sobre criterios para instalaciones nucleares y obras públicas. Inst. Geog. Nac.: 67-82.
- LOPEZ MARINAS, J.M. y BISBAL CERVELLO, L. (1984) - "The alleged earthquake in Valencia in August 1427". Bull. Seims. Soc. Am., Vol. 74: 2525-2540.
- LOPEZ-RUIZ, F. y RODRIGUEZ BADIOLA, E. (1980) - "La región volcánica neógena del sureste de España". Est. Geol., 36: 5-63.
- MACPHERSON, J. (1985) - "Los terremotos de Andalucía". Imprenta de Fontanet (Madrid), pp 23.
- MCKENZIE, D.P. (1970) - "Plate tectonics of the Mediterranean Region". Nature, 226: 239-243.
- MCKENZIE, D.P. (1972) - "Active tectonics of the Mediterranean Region". Geophys. J.R. Astr. Soc., 30: 109-185.
- MAGANA VISBAL B. (1978) - "Baza histórica". Baza. La Providencia.
- MAKEL, G.H.; RONDEEL, H.E. y VANDERBERG, J. (1984) - "Triassic paleomagnetic data from the subbetic and the Malaguide complex of the Betic Cordilleras (Southeast Spain)". Tectonophysics, 101: 131-141.
- MARILLIER, F. (1981) - "Upper mantle structure of the Euro African plate contract between the Mid-Atlantic ridge and the Western Mediterranean Sea from seismic surface waves and body waves". Thesis, ETH-Zurich, pp 287.
- MARILLIER, F. AND MUELLER, S.T. (1985) - "The western mediterranean region as an upper-mantle transition zone between two lithospheric plates". Tectonophysics, 118: 113-130.
- MARTINEZ GUEVARA, J.B. (1985) - "Sismicidad histórica en la región de Murcia". IX Coloquio de Geógrafos españoles. Murcia Dic. 1985, pp 10.
- MARUYAMA, T. (1968) - "Basing theory of Seismic Waves". Part. I of Earthquakes, Volcanoes and Rockmechanics. Ed. Miyomura.
- MATTAUER, M. (1976) - "Las deformaciones de los materiales de la corteza terrestre". Ed. Omega, 524 pp.
- MEZCUA, J. y LOPEZ ARROYO, A. (1974) - "Características espacio-temporales de la serie de réplicas en Orce-Galera". (9-Junio-1964). I Asam. Nac. Geol. y Geof.. Inst. Geog. Cat. T.1.: 359-368.
- MEZCUA, J. (1980) - "Tectonic implications of the June 6, 1977 earthquake in Lorca, Spain". Submitted to Bull. Seism. Soc. Am.
- MEZCUA, J.; UDIAS, A. y LOPEZ ARROYO, A. (1980) - "Seismotectonic results relative to the Iberian Peninsula". EV. and tectonics of the Western Mediterranean and surrounding areas.

- 4
- MEZCUA, J. (1982) - "Catálogo general de isosistas de la Península Ibérica". Tall. I.G.N. pp 322.
- MEZCUA, J. y MARTINEZ SOLARES, J.M. (1983) - "Sismicidad del área ibero-mogrebi". Tall. I.G.N., pp 300.
- MEZCUA, L.; HERRAIZ, M. y BUFORN, E. (1984) - "Study of the 6 June 1977 Lorca (Spain) earthquake and its aftershock sequence". Bull. Seism. Soc. Am., 74: 167-179.
- MICKARD, A.; CHALOUAN, A.; MONTIGNY, R. y OUAZANI TOUHAMI (1983) - "Les nappes cristallophylliennes du Rif. (Sebtides, Maroc). Ternoins d'un édifice alpin de type pennique incluant le plateau supérieur". C.R. Acad. Sc. Paris, 296, 1337-1340.
- MIGUEL, F. DE (1976) - "La ocurrencia temporal de terremotos en la Península Ibérica y áreas adyacentes". II Asam. Nac. Geod. y Geof. (1): 609-618.
- MIGUEL, F. DE (1978) - "Time interval between sucesive earthquake in the Alboran Sea". XVI General Assembly of the European Seismological Commision, Estrasburgo, 6 pp.
- MIGUEL, F. DE (1979) - "Sismicidad temporal de terremotos de la Península Ibérica y áreas tectónicas adyscentes". Tesis doc. Univ. Granada. pp 320.
- MIGUEL, F. DE y PAYO, G. (1980) - "Cálculo de magnitudes de terremotos ocurridos entre 1962 y 1975 en la Península Ibérica y áreas tectónicas adyacentes". Inst. Geog. Nac. pp 42.
- MIGUEL, F. DE; GUIRAO, J.M.; VIDAL, F. y ALGUACIL, G. (1981) - "Anomalías en las evaluaciones de la magnitud de los terremotos". IV Asamb. Nal. de Geof. y Geod. Zaragoza, 1981. Tall. Inst. Geog. Nal., 1: 423-438.
- MIGUEL, F. DE y VIDAL, F. (1982) - "Regional propagation of Lg waves in and near Iberian Peninsula". 18th General Assembly of the ESC. Leeds, 1982, Vol 11: 280-286. Postdam 1983. Raport 3/1982. Publ. Universidad de Granada, pp 15.
- MIGUEL, F. DE; VIDAL, F.; ALGUACIL, G.; GUIRAO, J.M. Y VALENZUELA, J.M. (1983) - "La Red Sismica de la Universidad de Granada. Primeros resultados". V Asamb. Nal. de Geof. y Geod., Madrid, 1983.
- MIGUEL, F. DE y PAYO, G. (1983) - "Cálculo de magnitudes de terremotos ocurridos en la Península Ibérica y Áreas tectónicas adyacentes entre 1948 y 1961". Inst. Geog. Nac. pp 71.
- MIGUEL, F. DE; VIDAL, F.; ALGUACIL, G. y ROMACHO, M.D. (1986) - "Caracterización de fases de microterremotos". Trab. Cient. de la Med. Xarses Sism. Inst. i apl. a la sismotectónica. 32 pag. (En prensa).
- MIYAMURA, S. (1962) - "Magnitude frequency relations and its bearings to geotectonics". Proc. Japan Ac.38, N 1: 27-30.
- MOLNAR, P. (1979) - "Earthquake recurrence intervals and Plate Tectonics". Bull Seism. Soc. Am. Vol 69: 115-133.

- MOLNAR, P. y TAPPONIER, P. (1975) - "Cenozoic tectonics of Asia: effects of a continental collision". *Science*, 109, pp 227-240.
- MONTADERT, L.; SANCHO, J.; FAIL, J.P.; DEBYSER, J. y WINNOCK, E. (1970) - "De l'age tertiaire de la serie salifere responsable des structures diapirique en Mediterranée Occidentale". *C.R.Acad. Sc., Paris*, 271: 812-815.
- MONTENAT, Ch. (1973) - "Les formations néogènes et quaternaires du Levant espagnol (Province d'Alicante et de Murcia)". *These, Orsay*, 1-1170.
- MONTENAT, Ch. (1973) - "Le Miocene terminal des Chaines Bétiques (Espagne Méridionale); esquisse paléogéographique". In *Messinian events in the Mediterranean*. Konink. Nederl. Akad. Wet., Amsterdam, 180-187.
- MONTENAT, Ch. (1974) - "Tectonique et sédimentation pliocène dans les Cordillères Bétiques (Espagne méridionale)". *Giorn. geol. Bologna*, 39: 469-480.
- MONTENAT, Ch. (1977) - "Les bassins néogènes du Levant, d'Alicante et de Murcia (Cordillères Bétiques orientales, Espagne)". *Docum. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, 69, 345 pp.
- MONTENAT, Ch. (1977) - "Chronologie et principaux événements de l'histoire paléogéographique du Néogène récent". *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 19, 3: 557-583.
- MONTENAT, Ch. y BIZON, G. (1976) - "A propos de l'évolution géodynamique miopliocène en Méditerranée occidentale. L'exemple du bassin de Vera (Cordillères Bétiques, Espagne méridionale)". *C.R. somm. Soc. Géol. Fr., Fasc 1*: 15-16.
- MONTENAT, Ch. y OTI D'ESTEVOU, PH. (1977) - "Présence du Pliocène marin dans le bassin de Sorbas (Espagne méridionale). Conséquences paléogéographiques et tectoniques". *C.S. Somm. Soc. Géol. Fr.*, 4: 209-211.
- MOREIRA DE MENDOÇA, J.J. (1758) - "Historia universal dos terremotos". *Offic. Antonio V. de Silva, Lisboa*, pp 272.
- MORELLI, C.; PISANI, M. y GANTAR, C. (1975) - "Geophysical anomalies and Tectonics in the Western Mediterranean". *Boll. Geof. teor. appl.* XVII, 67: 211-249.
- MORELLI, C.; GIESE, P.; CARROZZO, M.T.; COLOMBI, B.; EVA, C.; GUERRA, I.; HIRN, A.; NICOLICH, R.; REICHERT, C.; SCARASCIA, S. y WIGGER, P. (1977) - "Crustal and Upper Mantle Structure of the Northern Apennines, the Ligurian sea and Corsica, derived from seismic and gravimetric data". *Boll. Geof. teor. appl.*, XIX 75, 76: 199-260.
- MORELLI, C. y NICOLICH, R. (1980) - "The structure of the western Mediterranean basins from marine geophysical data". *Evol. and Tect. of the Western Mediterranean and surr. areas. Madrid 1980*: 1-67.

- MULDER, C.J. (1973) - "Tectonic framework and distribution of Miocene Evaporites in the Mediterranean". Kon. Ned. Ak. van Wet. Amsterdam, Messinian Event in the Mediterranean: 44-59.
- MULDER, C.J. (1977) - "Late Tertiary evolution of the Alboran Sea at the eastern entrance of the Straits of Gibraltar". En: Structural History of the Mediterranean basins, B. Bijou-Duval and L. Montadert (eds), Editions Techips, Paris: 401-410.
- MUNSEY, J.W. y BOLLINGUER, G.A. (1984) - "Focal mechanism for Giles County, Virginia and vicinity. Earthquakes notes, 55: 8.
- MUNOZ, D. y UDIAS, A. (1980) - "Estudio de los parámetros y serie de réplicas del terremoto de Andalucía del 25 de Diciembre de 1884 y de la sismicidad de la región de Granada-Málaga", en "El terremoto de Andalucía de 1884". Inst. Geog. Nac., pp 95-139.
- MUNOZ, D. y UDIAS, A. (1982) - "Historical development of Spain's Catalogs of Earthquakes". Bull. of the Seism. Soc. of America, Vol. 72, N 3: 1039-1042.
- MUNOZ, D. y UDIAS, A. (1983) - "Terremoto de Málaga de 1680". Reun. Sism. Hist. de la Reg. de la P.I., Madrid 1983, pp 35-37.
- MUNOZ, D.; UDIAS, A. y MORENO E. (1983) - "Reevaluación de los datos del terremoto de 1829 (Torre Vieja)". Reun. Sism. Hist. de la Reg. de la P.I., Madrid 1983, pp 38-41.
- NORQUIST, J.M. (1962) - "A special purpose program for earthquake location with an electronic computer". Bull. Seismol. Soc. Am. 52: 431-437.
- OCAL, N. (1964) - "Fault plane solutions for Agadir, Morocco, Earthquake of February 29, 1960 and Skoplje, Yugoslavia, earthquake of July 26, 1963 Bull. of the Int. Inst. of Seismology and Earthquake Eng., 1: 1-7.
- OLIVARES, G.; VIDAL, F. y DE MIGUEL, F. (1983) - "Tres algoritmos de detección de eventos sísmicos". Rev. de Geof., 39: 139-144.
- OLIVARES, G. y VIDAL, F. (1983 a) - "Un proceso de adquisición automática de señales sísmicas". Report 1/1983. Observatorio de Cartuja. Publ. Universidad de Granada, pp 30.
- OLIVARES, G. y VIDAL, F. (1983 b) - "Configuración de un sistema microprocesador para adquisición automática de señales sísmicas. Report 2/1983. Observatorio de Cartuja. Publ. Universidad de Granada. pp 13.
- OLIVARES, G.; VIDAL, F.; ALGUACIL, G.; GUIRAO, J.M. y DE MIGUEL, F. (1983) - "Detección automática de señales sísmicas en tiempo real" V Asam. Nal. de Geof. y Geod. Madrid 1983.

- OLIVARES, G. y VIDAL, F. (1984) - "Un proceso digital de identificación de microterremotos". *Anales de Física, serie B, Vol 80*: 176-180.
- OLIVET, J.L.; PAUTOT, G. y AUZENDE, J.M. (1972) - "Alboran Sea: Structural framework. En: Initial Rep. DSDP Proj. 13. National Science Foundation, Washington.
- OLIVET, J.L.; AUZENDE, J.M. y BONNIN, J. (1973) - "Structure et évolution tectonique du Bassin d'Alboran". *Bull. Soc. Geol. Fr.*, (7), 15: 108-112.
- OLIVET, J.L.; AUZENDE, J.M. y BONNIN, J. (1976) - "Reactualisation d'un modele d'évolution du Bassin de la Méditerranée occidentale". Coll. final A.T.P. Géodynamique Méditerranée occidentale et abords. Montpellier.
- OLIVIER, Ph. (1981-1982) - "L'accident de Jebha-Chrafate (Rif-Maroc)". *Rev. Géol. Dyn. Géogr. Phys.*, 23:97-106.
- OLIVIER, Ph. (1984) - "Evolution de la limite entre zones internes et zones externes dans L'Arc de Gibraltar (Maroc-Espagne)". Tesis. Univ. Paul Sabatier de Toulouse, 229 p.
- ORUETA Y DUARTE, D. (1885) - "Informe sobre los terremotos ocurridos en el Sur de España en Diciembre de 1884 y Enero de 1885". *Soc. Cien. Fis. y Nat. Málaga*, pp 51.
- OTT D'ESTEVOU, Ph. (1980) - "Evolution dynamique du Bassin néogène de Sorbas (Cordillères Bétiques orientales, Espagne)". Tesis. Univ. Paris, Docum. Travaux del I.G.A.L., 1, 227 pp.
- OUYED, M.; MEGHKAONI, M.; CISTERNAS, A.; DESCHAMP, A.; DOREL, J.; FRECHET, J.; GAULON, R.; HATZFELD, D y PHILIP, H. (1981) - "Seismotectonics of the El Asnam earthquake". *Nature* 292 (5818) pp 26-31.
- PACHECO, A. (1680) - "Relación de el terremoto que el día nueve de Octubre de mil seiscientos ochenta padeció la Ciudad de Dórdoba". *R. Acad. Hist. Ref 4/1946*,: 61-65.
- PAQUET, J. (1969) - "Etude géologique de l'Ouest de la Province de Murcie (Espagne)". *Mem. Soc. Géol. Fr.*, 48 (III): 270 pp.
- PAQUET, J. (1972) - "Charriages et coulissements dans l'Est des Cordillères Bétiques (Espagne)". *Int. Geol. Congr.*, 24 th, Montreal, 3: 395-404.
- PASTOR, M. (1956) - "Notas acerca de los terremotos granadinos del 19 de Abril de 1956". *Notas y Comunicaciones del IGME.*, 45, pp 171-193.
- PAYO SUBIZA, G. (1967) - "Crustal Structure of the Mediterranean Sea by Surface Waves. Part I: Groupe Velocity". *Bull. Soc. Seis. Am.*, 57: 151-172.
- PAYO SUBIZA, G. (1970) - "Structure of the Crust and Upper Mantle in the Iberian Shield by means of a long period Triangular Array". *Geophys. J.R. astr. Soc.*, 20: 493-508.



- PAYO SUBIZA, G. (1972) - "P Wave Residuals at some Iberic Station and Deep Structure of South Western Europe". Geophys. J.R. astr. Soc. 26: 481-497.
- PAYO SUBIZA, G. (1972) - "Crust-Mantle Velocity in the Iberian Peninsula and Tectonic Implications of the Seismicity in this Area". Geophys. J.R. astr. Soc. 30: 85-99.
- PAYO SUBIZA, G. (1973) - "Amplitude Variations with Azimut on Distance on Short Period P Waves Recorded at some Iberian Stations". Geophys. J.R. astr. Soc. 32: 339-349.
- PAYO SUBIZA, G. y DE MIGUEL, F. (1974) - "Magnitud de los sismos de la región Ibérica a partir de la fase lg". I Asam. Nac. Geod. y Geof. Inst. Geog. Nac. T.I., pp 379-387. (Rev. Geof. 33: 159-174).
- PAYO SUBIZA, G. (1975) - "Estructura, sismicidad y tectónica del Mar Mediterraneo". Inst. Geog. Nac. pp 39.
- PENA, J.A. (1975) - "Estratigrafía del Plioceno del sector occidental de la Depresión de Guadix". Cuad. Geol. Univ. Granada. 6: 31-54.
- PENA, J.A. (1979) - "La Depresión de Guadix-Baza, estratigrafía del Plioceno-Pleistoceno". Tesis. Univ. Granada 300 pp.
- PENA, J.A. (1985) - "La Depresión de Guadix-Baza". Est. Geol. 41: 33-46.
- PERREY, A. (1847) - "Sur les tremblements de terre de la Peninsule Iberique". An. Soc. R. d'Agr. et Ind. de Lyon, T. X: 461-513.
- PETERS, D.C. y CROSSON, R.S. (1972) - "Application of prediction analysis to hypocenter determination using a local array". Bull. Seismol. Soc. Am. 62: 775-788.
- PEYRE, Y. (1974) - "Geologie d'Antequera et de sa région (Cordilleres Bétiques, Espagne)". Tesis Univ. Paris. Pub. Inst. Agronomique de Paris, 528 pp.
- PIERRE, G y GIGOUT, M. (1978) - "Sur la deformation du littoral andalou, de Marbella a Cadix, au cours du Quaternaire marin". Reunión sobre la Geodinámica de la Cordillera Bética y mar de Alborán, Univ. Granada (1976): 195-196.
- PIRMAN, W.C. y TALWANI, M. (1972) - "Sea floor Spreading in the North Atlantic". Bull. Geol. Soc. Am. Vol. 63: 619-646.
- POIRIER, J.P. y TAHER, M.A. (1980) - "Historical Seismicity in the near and middle east, North Africa, and Spain from arabic documents (VIIth-XVIIIth Century)". Bull. Seismol. Soc. Am. Vol. 70, N 6: 2185-2201.
- PONCE DE LEON, J. (1806) - "Memoria sobre los terremotos". Imp. Herederas de D. Nicolás Moreno. Granada. pp 36.

- PRADO, C. (1864) - "Los terremotos de la provincia de Almería". Rev. Minera, 1863. Tomo XIV, N. 322 a 325, pp 549-562, 581-597, 613-661.
- PROCKAZCOVA, (1972) - "Types of earthquake Sequences in the Mediterranean Area". Geof. Sborni K, XX, pp 243.-256.
- PUGA, E. (1971) - "Investigaciones petroológicas en Sierra Nevada Occidental (Cordilleras Béticas)". Tesis. Univ. de Granada, pp 269.
- PUGA, E.; DIAZ DE FEDERICO, A. y FONTBOTE, J.M. (1974) - "Sobre la individualización y sistematización de las unidades profundas de la zona Bética". Est. Geol. XXX: 543-548.
- PUGA, E. y DIAZ DE FEDERICO, A. (1978) - "Metamorfismo polifásico y deformaciones alpinas en el complejo de Sierra Nevada (Cordillera Bética). Implicaciones geodinámicas". Reun. sobre la Geod. de las Cord. Béticas y mar de Alborán. Granada 1976: 73-114.
- PUGA, E. y DIAZ DE FEDERICO, A. (1976) - "Praalpine metamorphism in the Sierra Nevada Complex (Betic Cordillera, Spain". Cuad. Geolog.
- PURDY, G.M. (1975) - "The Eastern End of the Azores-Gibraltar Plate Boundary. J.R. Astron. Soc. 43: 973-1000.
- PURCARU, G. (1975) - "A new magnitude-frequency relation for earthquakes and a classification of relation types". Geophy. Journal R.A.S., 42: 61-79.
- REAL, C.R. y TENG, T.L. (1973) - "Local Richter magnitude and total signal duration in southern California". Bull. Seismol. Soc. Am. 63: 1809-1827.
- REID, H. (1910) - "The California earthquake of April 18, 1906. Vol. 2 The mechanics of the earthquake". Carnegie Inst., Wa. D.C.
- REPULLES y VARGAS, E.M. (1885) - "Reseña de los efectos de los terremotos de Andalucía en los edificios y medio de amoncarlos". Imp. de Fortanet, Madrid 1885, pp 33.
- REY PASTOR, A. (1936) - "Geologie des Chaines Betique y Subbétique". Aso. Est. Geol. del Mediterraneo Occidental. Vol IV, pp 42.
- REY PASTOR, A. (1944) - "La comarca sísmica de Fortuna". Inst. Geog. Cat. pp 26.
- REY PASTOR, A. (1944) - "La comarca sísmica de Villena". Rev. Geog. N 10: 242-263.
- REY PASTOR, A. (1949) - "La comarca sísmica de Caravaca y el sismo de 23-Junio-1948". Inst. Geol. Cat. pp 33.
- RICE, J. (1973) - "Statistical analysis of self-exciting Point Processes and related linear models". Ph. D. Thesis. University of California. Berkeley.

- RICE, J. (1975) - "Statistical methods of use in analysis sequences of earthquakes". *Geophys. J.R. Astr. Soc.* 42: 671-683.
- RICHTER, C.F. (1935) - "An instrumental earthquake magnitude scale". *Bull. Seismol. Soc. AM.* 25: 1-32.
- RICHTER, C.F. (1958) - "Elementary Seismology". Freeman, San Francisco, California. pp 768.
- RITSEMA, A.R. (1958) - "Curves for bodily seismic waves of any focal depth". Lembaga Meteorologi dan Geofisik. Djakarta.
- RITSEMA, A.R. (1967) - "Mechanism of European Earthquakes". *Tectonophysics*, 4, pp 247-259.
- RITSEMA, A.R. (1969) - "Seismotectonic implication of a review of European earthquake mechanism". *Geol. Rundsch.* 59, pp 36-56.
- RITSEMA, A.R. (1975) - "The contribution of the study of seismicity and earthquake mechanism to the knowledge of Mediterranean geodynamics processes". *Progress in Geodynamics*, Amsterdam, pp 142-153.
- RODRIGUEZ ESTRELLA, T. (1979) - "Geología e hidrogeología del sector de Alcaraz-Lietor-Yeste (prov. de Albacete). Síntesis Geológica de la zona Prebética". I.G.M.E., Col. Memorias, 97 (I-II), 276 y 290 pp.
- RODRIGUEZ ESTRELLA, T. y LOPEZ BERMUDEZ, F. (1983) - "Estudio Neotectónico del sector meridional de la Vega Alta del Segura (Murcia)". I Jorn. sobre Neot. y su aplic. en anal. de riesgos de emplazam. energet. e industriales. Madrid, 1983. *Inst. Est. Nucleares, JEN.* 461-497.
- RODRIGUEZ FERNANDEZ, J. (1982) - "El Mioceno del sector central de las Cordilleras Béticas". Tesis. Univ. de Granada, 224 pp.
- RODRIGUEZ DE LA TORRE, F. (1984) - "Los terremotos alicantinos de 1829". Ed. *Inst. Est. Alicantinos*, pp 323.
- ROMACHO, M.D.; DE MIGUEL, F. y VIDAL, F. (1983) - "Valores de Q para recorridos a través del Mar de Alborán". V Asam. Nal. de Geof. y Geod., Madrid 1983.
- ROMACHO, M.D.; VIDAL, F. y DE MIGUEL, F. (1986) - "Anisotropía Bidimensional de Q en el Mar de Alborán". *Trob. Cient. de la Med. Xarses Sism: Instr. y aplic. a la Sismotectónica*. Mab, (en prensa).
- RON, H.; FREUND, R.; GARFUNKEL, Z. y NUR, A. (1984) - "Block rotation by strike-slip faulting: structural and paleomagnetic evidence". *Journ. Geophys. Rev.*, V 89, N B7, 6256-6270.
- ROTHER, J.P. (1955) - "Le tremblement de terre d'Orneansville, et la seismicité de l'Algerie". *Nature*, Paris, N 3737.
- ROTHER, J.P. (1971) - "Seismicité de L'Atlantique Oriental, de la Méditerranée occidentale et de ses Bordures". *Revue de Géograph. Phys. et de Geol. Dynam.*, V XIII, fasc. 5: 419-428.

- RUIZ BUSTOS, A.; SESE, C.; DABRIO, C.; PEÑA, J.A. y PADIAL, J. (1984) - "Geología y fauna de micromamíferos del nuevo yacimiento del Plioceno Inferior de Gorafe-A (Depresión de Guadix-Baza, Granada)". *Est. Geolog.* 40: 231-241.
- RYAN, W.B.F.; STANLEY, D.J.; HERSEY, J.B.; FAHLQUIST, D.A. y ALLAN, T.D. (1969) - "The Tectonics and Geology of the Mediterranean Sea". *Lamont Doherty Geological Observatory Contribution*, N 1469.
- SANDOVAL, P. de - "Historia de la vida y hechos del emperador Carlos V". Tomo II, Libro Undécimo.
- SANCHEZ NAVARRO-NEUMANN, M. (1911) - "Los recientes terremotos murcianos. (Marzo-Abril de 1911)". *Rev. Soc. Astr. de Esp. y Amer.*, pp 119-122.
- SANCHEZ NAVARRO-NEUMANN, M. (1911) - "Los recientes terremotos granadinos. (Mayo-Junio de 1911)". *Rev. Soc. Astr. de Esp. y Amer.*, pp 53-56.
- SANCHEZ NAVARRO-NEUMANN, M. (1912) - "Enumeración de los terremotos sentidos en España durante el año 1911". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, pp 509-524.
- SANCHEZ NAVARRO-NEUMANN, M. (1917) - "Datos referentes a la sismicidad de la porción oriental de la Península Ibérica". *Mem. R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, Vol. XIII, N 8: 179-188.
- SANCHEZ NAVARRO-NEUMANN, M. (1917) - "Ensayo sobre la sismicidad del suelo español". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* Vol. XVII: 83-89.
- SANCHEZ NAVARRO-NEUMANN, M. (1920) - "Bosquejo sísmico de la Península Ibérica". *Obs. de Cartuja, Granada*, pp 68.
- SANCHEZ NAVARRO-NEUMANN, M. (1921) - "Lista de los terremotos más notables sentidos en la Península Ibérica". (a.c., 1917) *Est. Sism. de Cartuja* pp 11-65.
- SANTANACH, P.F.; SANZ DE GALDEANO, C. y BOUSQUET, J.C. (1980) - "Neotectónica de las regiones mediterráneas de España (Cataluña y Cordilleras Béticas)". *Bol. Geol. Min. Madrid*: 417-440.
- SANTISTEBAN y DELGADO, F. y FLORES GONZALEZ, M. (1927) - "Historia cronológica y biográfica de Almería de los Corregidores, Gobernadores Alcaldes, Regidores y Concejales desde 1493 hasta 1927, obtenida de actas y documentos inéditos". *Imp. C. Pelaez. Almería* 1927.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1976) - "Datos sobre las deformaciones neógenas y cuaternaria del sector del Padul (Granada)". *Reunión sobre la Geodinámica de la Cordillera Bética y mar de Alborán. Serv. Publ. Univ. Granada* (1978): 197-218.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1980) - "La Neotectónica del norte de la Depresión de Granada". *Estudios geol.* 36: 255-261.

- SANZ DE GALDEANO, C. y ESTEVEZ, A. (1981) - Estriaciones tectónicas en cantos de conglomerados. Su estudio en las Depresiones de Granada y Guadix-Baza". *Estudios geol.* 37: 227-232.
- SANZ DE GALDEANO, ; VIDAL, F. y DE MIGUEL, F. (1982) - "El sistema de fracturas de dirección N10-30E del borde occidental de Sierra Nevada (Cordilleras Béticas). *Estudios geol.* 38: 393-398.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1983) - "Los accidentes y fracturas principales de las Cordilleras Béticas". *Estudios geol.*, 39: 157-165.
- SANZ DE GALDEANO, C.; ESTEVEZ, A.; LOPEZ GARRIDO, A.C. y RODRIGUEZ FERNANDEZ, J. (1984) - "La fracturación tardía al SW de Sierra Nevada (terminación occidental del corredor de las Alpujarras, Zona Bética). *Est. Geol.*, 41: 59-68.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1985) - "La fracturación del borde Sur de la Depresión de Granada (Discusión acerca del escenario del terremoto del 25-XII-1884)". *Est. Geol.*, 41: 59-68.
- SANZ DE GALDEANO, C.; ESTEVEZ, A.; LOPEZ GARRIDO, A.C. y RODRIGUEZ FERNANDEZ, J. (1985) - "La fracturación al SW de Sierra Nevada (Sector Orgiva-Valle de Lecrín) Cordilleras Béticas". *Est. Geol.* 40: 183-191
- SCANDONE, P. y PATACCA, E. (1984) - "Tectonic evolution of the Central Mediterranean area". *Ann. Geophysicae.* V 2. N 2: 139-142.
- SECO DE LUCENA, L. (1941) - "Los terremotos de 1884 en los pueblos de esta provincia." en mis memorias de Granada (1857-1933). pp. 79-103. Imp. Luis Piñar.
- SEMPERE, J. (1807) - "Reflexiones sobre los terremotos de Granada 1778, 1779, 1804 y 1806". *R. Accad. Hist.* Ref 9/5210,: 416-453.
- SEYFRIED, H. (1978) - "Der subbetische Jura von Murcia (Sudost-Spanien). *Geol. Jahrb. Reihe, B*, 29: 3-201.
- SHAPIRA, A. y BATH, M. (1977) - "Short distance hypocenter location in layered media". *Seismol. Inst. Uppsala (Sweden) Rep.* 1-78.
- SHAPIRA, A. y BATH, M. (1978) - "Methods for microearthquake research". *Tectonophysics*, 51: T 17-T 21.
- SHAPIRA, A. y BATH, M. (1978) - "Source mechanism determinations of short distance microearthquakes". *Seismological Institute, Uppsala, Sweden.*
- SHAPIRA, A. (1980) - "Magnitude determinations from coda duration of underground nuclear explosions". *Seismological Section, Uppsala, Sweden, Report 2-(80)*, pp 25.
- SHLIEN, S. y TOKSOZ, M.N. (1974) - "A statistical methods of identifying dependent events and earthquakes aftershocks". *Earthq. Notes XLV (3)*: 3-16.

- SMITH, G.A. (1971) - "Alpine Deformation and the Oceanic Areas of the Tethys, Mediterranean and Atlantic". Geol. Soc. of Am. Bull., V 82: 2039-2079.
- SNIDER, D.L. (1976) - "Random Point Processes". Wiley. New York.
- SNOKE, J.A.; MUNSEY, J.W.; TEAGUE, A.G. y BOLLINGER, G.A. (1984) - "A program for local mechanism determination by combined use of polarity and SV-P amplitude ratio data". Earthquake notes, 55, pp 15.
- STAUB, R. (1934) - "Der Deckenbau Sudspanien in den Baischen Cordilleren. Vierteljahrsschr. Naturforsch. Ges. Zurich. 79: 232-271.
- STEPHENS, C.D.; LAHR, J.C.; FOGLEMAN, K.A. y HORNER, R.B. (1980) - "The St. Elias, Alaska earthquake of 28 February 1979: Regional recording of aftershocks and short-term, pre-earthquake seismicity. Bull. Seismol. Soc. Am. 70: 1607-1633.
- STEVENS, A.E. (1967) - "S wave earthquake mechanism equations". Bull. Seism. Soc. Am. 57: 99-112.
- SURINACH, E. y UDIAS, A. (1978) - "Determinacion de la raiz de la Sierra Nevada-Filabrides, a partir de sondeos sismicos profundos y medidas gravimetricas". En: Geodinamica de la Cordillera Betica y Mar de Alboran, Univ. de Granada: 25-35.
- SUYEHIRO, S.; ASADA, T. y OHTAKE, M. (1964) - "Foreshocks and aftershocks accompanying a perceptible earthquake in central Japan: On the peculiar nature of foreshocks". Pap Meterol. Geophys. 15: 71-83.
- SUYEHIRO, S. (1966) - "Diference between aftershocks and foreshocks in the relationship of magnitude to frequency of occurrence for the great chilean earthquake of 1965". Bull. Soc. Seismol. Am. 56: 185-200.
- TAPIA, J.A. (1965) - "Historia de la Baja Alpujarra", Madrid 1965.
- TAPPONNIER, P. (1977) - "Evolution tectonique du system alpin en Mediterranee: poinconnement et ecrasement rigide-plastique". Bull. Soc. Geol. France, 19: 437-400.
- TARAMELLI, T. y MERCALLI, G. (1886) - "Terremoto andalusi cominciato il 25 Dicembre 1884". Mem. R. Acad. dei Lincei (ROMA), VIII, 1-1 serie 4: 116-222.
- TEAGUE, A.G.; BOLLINGUER, G.A. y JOHNSON, A.C. (1986) - "Focal mechanism analyses for eastern Tennessee earthquakes (1981-1983)". Bull. Seism. Soc. Am., 76: 95-109.
- THURBER, C.H. (1985) - "Nonlinear earthquake location: Theory and examples". Bull. Seism. Soc. Am., 75: 779-790.
- TORRES ROLDAN, R.L. (1979) - "The tectonic subdivision of The Betic zone (Betic Cordilleras, Southern Spain): its significance and one possible geotectonic scenario for the westernmost Alpine belt". Am. J. Sc. 279: 19-51.

- TRIVINO VALDIVIA, F. (1885) - "Una vuelta por las ruinas. Expedición a Alhama, Santa Cruz, Cañin y Turro. Aspecto de estos pueblos y situación de sus habitantes después del terremoto de la noche del 25 de Diciembre de 1884". Imp. La Publicidad, Granada 1885, pp 52.
- TZENG, W.S. y LONG, L.T. (1982) - "Investigation of SV - to P wave amplitude ratio for determining local mechanism". Earthquake notes, 53: 30-40.
- UDIAS, A. (1964) - "A least squares method for earthquake mechanism determination using S-wave". Bull. Seism. Soc. Am., 54: 2036-2038.
- UDIAS, A. (1965) - "A study of the aftershocks and focal mechanism of the Salinas-Watsonville earthquakes of August 31 and September 14, 1963". Bull. Seism. Soc. Am., V 55, N 1: 85-106.
- UDIAS, A. (1967) - "The focal mechanism of earthquakes in the southern coast of the Iberian Peninsula". Tectonophysics, 4: 229-234.
- UDIAS, A. y BAUMANN, D. (1969) - "A computer program for focal mechanism determination combining P and S wave data". Bull. Seism. Soc. Am., 59: 503-519.
- UDIAS, A. y LOPEZ ARROYO, A. (1970) - "Body and Surface wave Study of Source Parameters of the March 15, 1964 Spanish Earthquake". Tectonophysics, 9: 323-346.
- UDIAS, A. (1972) - "Estudio del mecanismo focal de los terremotos mediante ondas internas" Rev. de Geofísica, 121: 1-62.
- UDIAS, A. y LOPEZ ARROYO, A. (1972) - "Plate tectonics and the Azores-Gibraltar Region". Nature, 237: 67-69.
- UDIAS, A. y RICE, J. (1975) - "Statistical analysis of Micro earthquake activity near San Andres Geophysical Observatory, Hollister, California". Bull. Seism. Soc. Am., 65, 4: 809-828.
- UDIAS, A.; LOPEZ ARROYO, A. y MEZCUA, J. (1976) - "Sismotectónica de la región de las islas Azores a la Península Ibérica,". Reunión sobre la Geodinámica de las C. Béticas y Mar de Alborán, Secretariado de Publ. Univ. Granada, 1978: 47-53.
- UDIAS, A.; LOPEZ ARROYO, A. y MEZCUA, J. (1976) - "Seismotectonic of the Azores-Alboran Region". Tectonophysics, 31: 259-289.
- UDIAS, A. (1977) - "Time and magnitude relations for three micro-aftershock series near Hollister, California". Bull. Seism. Soc. Am., 67: 173-185.
- UDIAS, A. y MUNOZ, D. (1979) - "The andalusian Earthquake of December 1884". Tectonophysics, 53: 291-299.
- UDIAS, A. (1980) - "Seismic stresses in the region Azores-Spain-Western Mediterranean". Rock Mechanics, Suppl 9: 75-84.

- UDIAS, A. (1980) - "Development of earthquake source mechanism Studies". Publ. Inst. Geophys. Pol. Ac. Sc., A-10 (142), pp 7-32.
- UDIAS, A. y SURINACH, E. (1980) - "Estructura y dinamica de la zona del Estrecho de Gibraltar". Coloquio Int. sobre factibilidad de una comunicaci3n fija a traves del Estrecho de Gibraltar. Madrid 1980 pp 1-16.
- UDIAS, A. (1982) - "Seismicity and seismotectonic stress field in the alpine mediterranean region". Alp. Medit. Geod. Vol 7 (Geod. Series, A.G.U.): 75-82.
- UDIAS, A.; BUFORN, E.; BRILLINGER, D.R. y BOLT, B. (1982) - "Joint statistical determination of fault plane parameters" Phys. Earth. Plan. Int. 30: 178-184.
- UDIAS, A. (1983) - "El terremoto de 21 de Julio de 365, err3neamente atribuido a la costa de Malaga". Sism. Hist. de la Reg. de la P.I., Madrid 1983 pp 53-55.
- UDIAS, A. (1985) - "Evoluci3n hist3rica de las teorias sobre el origen y mecanismo de los terremotos y tect3nica". Madrid 1985, pp 15-40.
- UDIAS, A.; MUÑOZ, D. y BUFORN, E. (1985) - "Mecanismo de los terremotos y tect3nica". Ed. Universidad Complutense. Madrid 1985, pp 232.
- UN QUIDAN, (1885) - "Cartas desde los sitios azotados por los terremotos en Andalucia". L. b. Nac. y Extranjera. Madrid 1885, pp 143.
- UTSU, T. (1965) - "A method for determining the value of b in a formula  $\log n = a - bM$  showing the magnitude-frequency relation for earthquakes". Geophys. Bull. Hokkaido Univ. 13: 99-103.
- UTSU, T. (1966) - "A statistical significance test of the difference in b value between two earthquake groups". J. Phys. Earth. 14: 37-40.
- UTSU, T. (1970) - "Aftershocks and earthquake statistics. II - Further investigation of aftershock and other earthquake sequences based on a new classification of earthquake sequences". J. Fac. Sc. Hokkaido Univ. VII (3), 4: 197-266.
- UTSU, T. (1971) - "Aftershocks and earthquake statistics. III - Analysis of the distribution of earthquakes in magnitude, time and space with special consideration to clustering characteristics of earthquake occurrence (1)". J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. 7, 3: 379-441.
- VACA DE GUZMAN y MANRIQUEZ (1779) - "Dictamen sobre la utilidad o inutilidad de la excavaci3n del Pozo Airon y nueva obertura de otros pozos... para evitar terremotos". Imprenta St. Trinidad, Granada, 1779.
- VAN PEMMELEN, R.W. (1969) - "Origin of the western Mediterranean Sea". Trans. R. Geol. Min. Soc., 2-a: 13.



- VAN BEMMELLEN, R.W. (1973) - "Geodynamic Models for the Alpinetype of orogeny (Test Case II: the Alps in Central Europe)". *Tectonophysics*, 18: 33-79.
- VAN DE FLIERT, J.; GRAVEN, H.; HERMES, J. y DE SMET, M. (1980) - "On stratigraphic anomalies associated with major transcurrent faulting". *Eclogae Geol. Helv.*, 73(1): 223-237.
- VAN DER LINDEN, W.J.M. (1979) - "The Atlantic margin of Iberia and Morocco: a reinterpretation". *Tectonophysics*, 59: 185-199.
- VEGAS, R. y BANDA, E. (1982) - "Tectonic framework and alpine evolution of the Iberian peninsula". *Earth Evol. Sciences*, 4: 320-343.
- VERE-JONES, D. (1970) - "Stochastic Models for earthquake occurrence". *J.R. Statist. Soc. B.* 43, 1: 1-62.
- VIDAL, F.; VALENZUELA, J.M.; DE MIGUEL, F.; ALGUACIL, G. y GUIRAO, J.M. (1981) - "Efectos significativos de las condiciones del suelo en el area sismica de la Depresión de Granada". IV Asam. Nal. de Geof. y Geod. Zaragoza 1981, Tall. Ins. Geog. Nal., Vol 1: 325-343.
- VIDAL, F.; DE MIGUEL, F.; ALGUACIL, G. y GUIRAO, J.M. (1981) - "Características de la secuencia sismica granadina del año 1979". Com. IV Asam. Nal. de Geod. y Geof. Zaragoza 1981, Tall. Inst. Geog. Nal., Vol 1: 423-438.
- VIDAL, F. y DE MIGUEL, F. (1982) - "Some seismological features from an Analysis of recent seismic activity in the Granada Depression (Southern Spain)". XVIII General Assembly of the E.S.C., Leeds, pp 10.
- VIDAL, F.; DE MIGUEL, F. y SANZ DE GALDEANO, C. (1982) - "El sismo granadino de 20 de Junio de 1979". *Rev. de Geofisica*, 38: 57-63.
- VIDAL, F. y DE MIGUEL, F. (1983) - "Datos macrosismicos de los terremotos sentidos en la Depresion de Granada, durante el año 1979". Publ. Obs. Univ. de Cartuja, report 3, pp 77.
- VIDAL, F. y DE MIGUEL, F. (1983) - "Las series sismicas de Santafé (Granada)". Reunion sobre Sismicidad Histórica de la Region de la P.I., Madrid 1983. Tall. Inst. Geog. Nal. pp 56-60.
- VIDAL, F. y DE MIGUEL, F. (1983) - "Some seismological features from analysis of recent seismic activity in the Granada Depression". 18th General Assembly of the E.S.C., Leeds 1982. Vol II: 280-286. Postdam 1983.
- VIDAL, F. (1983) - "Análisis de la vulnerabilidad sismica de la zona de Granada". Curso de formacion sobre Protección Civil. Granada, Octubre 1983.

- VIDAL, F.; DE MIGUEL, F.; ROMACHO, M.D. y GUIRAO, J.M. (1983) - "La secuencia sísmica del Mar de Alborán del año 1959". V. Asam. Nal. de Geof. y Geod., Madrid 1983.
- VIDAL, F.; DE MIGUEL, F. y SANZ DE GALDEANO, C. (1984) - "Neotectónica y sísmicidad de la Depresión de Granada". *Energía Nuclear*, N 149-150: 267-275.
- VIDAL, F.; ALGUACIL, G.; DE MIGUEL, F. y GUIRAO, J.M. (1986) - "Algunos aspectos de la localización hipocentral de sismos próximos". *Trobades científicas de la Mediterránea. Xarxes Sísmicas*. Mao, Septiembre 1986.
- VIDAL, F.; DE MIGUEL, F. y ROMACHO, M.D. (1986) - "La profundidad de los terremotos de la Región Béticas-Mar de Alborán". *Trobades Científicas de la Mediterránea. Xarxes Sísmicas*. Mao, Septiembre 1986.
- VIDAL, J.C. (1977) - "Structure actuelle et évolution depuis le Miocène de l'arc de Gibraltar (partie sud de l'arc de Gibraltar)". *Bull. Soc. Geol., France*, 19: 783-796.
- VINCENT, B. (1974) - "Les tremblements de terre dans la province d'Almería (XV-XIX siècle)". *Paris, Annales*, 3: 571-586.
- WEBER, K.; GORSHKOV, A.I. y RANTSMAN, E.Y. (1982) - "Morphostructure lineaments and strong earthquakes in the western alps". *Vychislitel'naya Seismologiya*, 14: 67-73.
- WICKENS, A.J. y HODGSON, J.H. (1967) - "Computer reevaluation of earthquake mechanism solutions 1922-1962". *Publ. Dom. Obs. (Ottawa)*, 3, 1: 560.
- WEIJERMARS, R. (1985) - "In search for a relationship between harmonic resolutions of the geoid, convective stress pattern and tectonics in the lithosphere: a possible explanation for the Betic-Rif orocline". *Phys. Earth Planet. Inter.* 37: 135-148.
- WILLIAMS, C.A. y MCKENZIE, D. (1971) - "The evolution of the North-East Atlantic". *Nature*, 232: 168-173.
- WYSS, M. y LEE, W.H.K. (1973) - "Time variations of the average earthquake magnitude in central California". *Stanford Univ. Publ. Geol. Sci.* 13: 24-42.
- WORKING GROUP FOR DEEP SEISMIC SOUNDINGS IN ALBORAN SEA 1974 (1978) - "Crustal Seismic Profiles in the Alboran Sea. Preliminary Results". *Pageoph.*, 116: 167-179.
- WORKING GROUP FOR DEEP SEISMIC SOUNDINGS IN SPAIN 1974-1975 (1977) - "Deep Seismic Soundings in Southern Spain". *Pageoph.*, 115: 721-735.
- ZAZO, C.; GOY, J.L.; HOYOS, M.; DUNAS, B.; PORTA, J.; MARTINELL, J.; BAENA, J. y AGUIRRE, E. (1981) - "Síntesis sobre el Tirreniense peninsular español". *Est. Geol.* 37(3-4): 257-262.