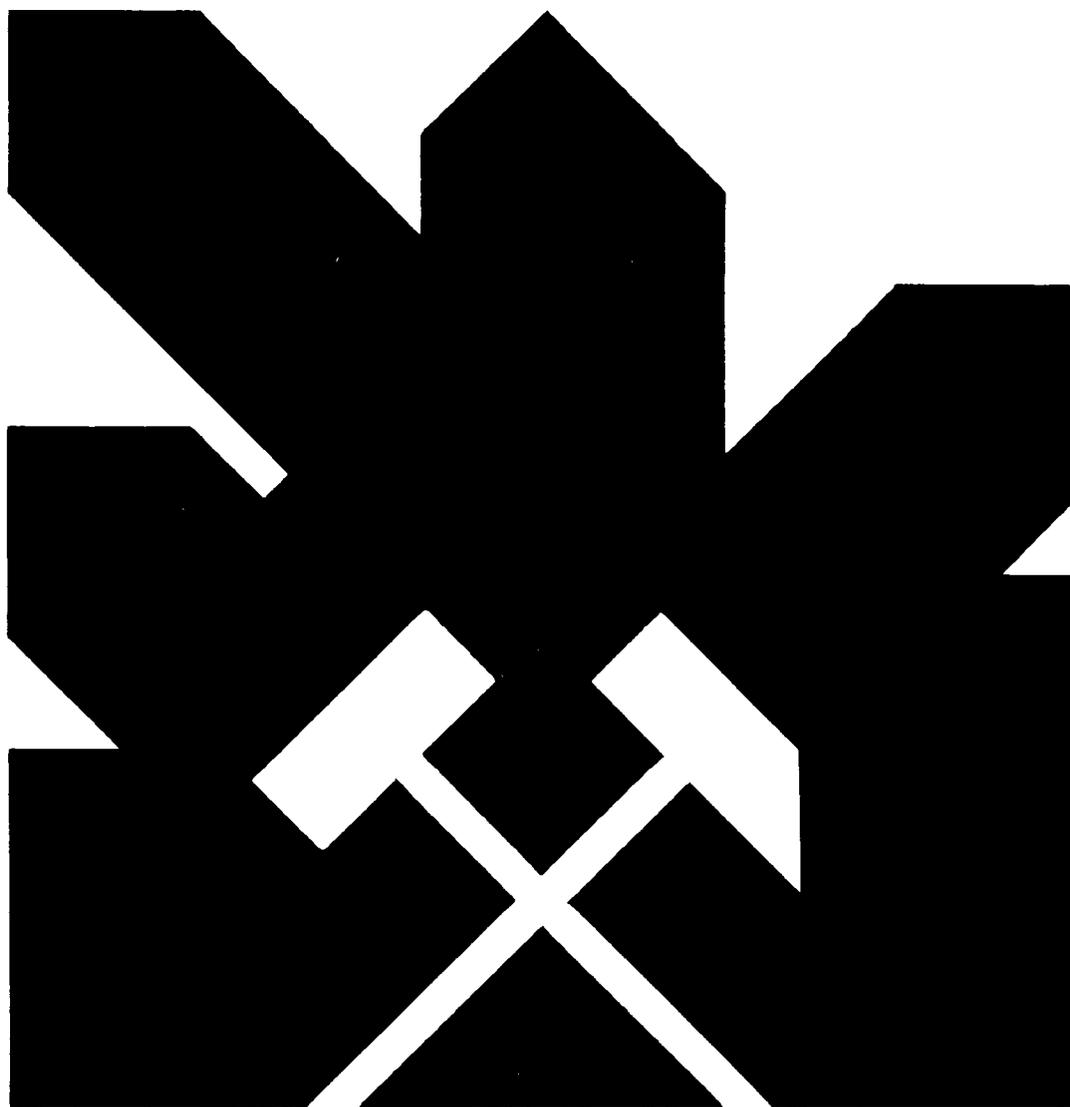


MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
COMISARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

INFORME SOBRE LAS MEDIDAS DE VIBRA-  
CIONES PRODUCIDAS POR LAS VOLADU--  
RAS EN LA CANTERA PEÑA BERMEJA DEL  
TERMINO MUNICIPAL DE JAMILENA.

( JAEN )

Madrid, Mayo de 1982.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

00769



# Ministerio de Industria y Energía

Instituto Geológico  
y Minero de España

Fecha

6.5.82

Referencia

**INFORME** sobre las medidas de vibraciones producidas por las voladuras en la Cantera Peña Bermeja del Término Municipal de Jamilena (Jaén)

## 1. INTRODUCCION

A petición del escrito de fecha 15 de enero de 1982 - del Delegado del Ministerio de Industria y Energía de Jaén, en el que se daba cuenta al Director de este Centro de la necesidad de conocer la transmisión y la intensidad de las vibraciones - producidas por las grandes voladuras en la Cantera Peña Bermeja del término municipal de Jamilena (Jaén), explotada por Cementos Alba, S.A., fueron enviados a dicha localidad para tener un primer contacto con el problema planteado, el día 21 de enero del presente año, los equipos de registro en campo de vibraciones, así como al personal especializado en estos temas de la División de Geología Aplicada a la Ingeniería; éstos fueron acompañados - por el Ingeniero Jefe de la Sección de Minas de dicha provincia.

Se acordó como primer paso para estudiar el problema, realizar las medidas pertinentes en una voladura rutinaria y representativa de dicha cantera que se efectuaría al día siguiente.

## 2. TOMA DE DATOS

Trasladados los equipos mencionados a la zona donde se efectuó la toma de datos, fijada esta por los Técnicos de la Sección de Minas, resultó ser una vivienda unifamiliar y su entorno, situada a unos 2.275 mts. de distancia a la voladura a realizar.

Se procedió a instrumentar en tres estaciones distintas de la siguiente forma:

Estación 1 (E-1): Situada sobre el terreno en un afloramiento de caliza a una distancia de 56 mts. de la vivienda. En esta se colocaron un captador de velocidad de partícula (V-357) y otro de aceleración (A-4) en posición vertical.

Estación 2 (E-2): Situada sobre la piscina cercana a la referida vivienda. Se tomaron medidas de velocidad de partícula en posición vertical con el captador (V-356) y en posición horizontal longitudinal mediante el (H-109). También fue instalado en dicha estación un "Bump Recorder" Bruel & Kjaer tipo 2503 provisto de un acelerómetro 8306 de la misma marca, colocada verticalmente.

Estación 3 (E-3): sobre un pilar del garage de la citada vivienda se tomaron medidas de aceleración vertical -

mediante el acelerómetro (A-3) y de velocidad de partícula tria  
xial mediante los captadores (V-353), (H-102) y (H-99).

Un sonómetro fue colocado sobre su propio trípode cerca de la vivienda, en un lugar totalmente despejado y donde consideramos que la medida podía ser perfectamente representativa. La ponderación utilizada fue la de líneal pico.

### 3. EQUIPO EMPLEADO

Toda la instrumentación empleada en las medidas efec  
tuadas pertenece a los laboratorios de la División de Geología Aplicada a la Ingeniería de este Centro y fue manejado por per  
sonal de dicha División. Antes de efectuar la toma de datos, - tanto los captadores como el resto de la instrumentación, fueron tarados para comprobar su perfecto funcionamiento, así como la fiabilidad de sus medidas y después de realizadas éstas - no se detectó ninguna anormalidad.

#### A) Sistema de tarado

El conjunto está constituido fundamentalmente por:

- Control de excitación
- Amplificador de medidas
- Amplificador de potencia
- Amplificador acondicionador

- Mesa de tarado
- Plotter
- Osciloscopio analógico

Los cinco primeros elementos son de la marca Bruel & Kjaer y corresponden a los modelos 1047, 2610, 2712, 2626, - 4808. El Plotter es Honeywell mod. 540 y el osciloscopio Tek Tronix mod. 3A6.

B) Sistema de registro

a) Sobre papel: Registrador U.V. marca Micro Movements Mod M10-120 de 10 canales, con motor servocontrolado.

b) Magnética: Registrador marca S.E. de 8 canales de registro en cinta de 1/2 pulgada.

c) Captadores de aceleración: Acelerómetros sísmicos marca PCB, modelo 393A.

d) Captadores de velocidad: Electrodinámicos marca Nitro Nobel, con posición de trabajo vertical (v) o bien horizontal (H).

e) Sistema de medida de ruido: Sonómetro de precisión para medidas acústicas (y de vibraciones), más medidas del ruido de tipo impulso, marca Bruel & Kjaer mod. 2209.

f) Equipo autónomo: "Burmp Recorder" marca Bruel & Kjaer mod. 2503.

g) Material vario para trabajos en campo, como sistemas de anclajes metálicos, grupo electrógeno, líneas, etc.

#### 4. RESULTADOS DE LAS MEDIDAS DE LA VOLADURA

En el anejo n° 1 se dan los valores medidos en la voladura, las cuales vienen expresadas en las siguientes unidades:

- Frecuencia en Hz
- Aceleración en g
- Velocidad en mm/seg.

Se acompañan también los resultados obtenidos mediante el tratamiento de las señales registradas en cinta magnética por el F.F.T. del citado laboratorio.

#### 5. COMENTARIOS A LOS RESULTADOS

En España no existen normas oficiales referentes a las vibraciones producidas por voladuras.

Se acompaña un resumen de algunos de los criterios adoptados por algunos países e investigadores, con autoridad

en este campo y recopilados por este Instituto. Comparándolas con los resultados medidos en la voladura a que nos referimos, vemos que no existe, en cuanto nivel de vibración se refiere, ningún parámetro medido que se acerque a los niveles de prevención dados en la referida recopilación.

En la medida de la onda aérea, tenemos que hacer la observación de no haber podido obtener el valor numérico de esta, pero si acotado a un valor inferior a 110 dB en medida lineal pico

Según la reciente investigación del "Bureau of Mines RI 8485" de "U.S. Department of the Interior" no existen daños a las estructuras de los edificios ni cualquier posible daño a las personas a largo plazo, cuando la medida de la onda aérea ponderada lineal pico, da valores inferiores a 133 dBL.

#### 6. CONCLUSIONES

- Las presentes conclusiones se refieren a la voladura efectuada en la cantera Peña Bermeja del término municipal de Jamilena (Jaén) explotada por Cementos Alba, S.A. el día 22 de enero del presente año.

- Los valores de las cargas, esquema de tiro, etc. han sido facilitadas a este centro por la Sección de Minas de la Delegación del Ministerio de Industria y Energía de Jaén.

- En España no existen normas oficiales referentes a la relación entre los parámetros de las vibraciones producidas por voladuras y los posibles daños que puedan ocasionar a personas o estructuras.

- Por esta razón se ha dado una recopilación de los criterios más usuales teniendo en cuenta los más restricti-  
vos.

- De acuerdo con la recopilación dada y a la vista - de los resultados obtenidos, no se ha medido ningún parámetro de la voladura que se pueda considerar como susceptible de - producir daños en las edificaciones y personas, a la distan-  
cia y en el terreno que se ha operado.

- Finalmente, esperamos que este informe sea útil a quien corresponda para poder establecer las prescripciones adecuadas en el caso de que sean necesarias durante la explota-  
ción de dicha cantera.

Madrid, 6 de Mayo de 1982

El Jefe de la División de Geología  
Aplicada a la Ingeniería

  
Fdo.: Emilio Hidalgo Bayo





INSTITUTO GEOLOGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA

Anejo 1

Fecha.....22.1.82.....

Localidad.....Jamilena.....

Cinta.....108.....

Vuelta.....262.....

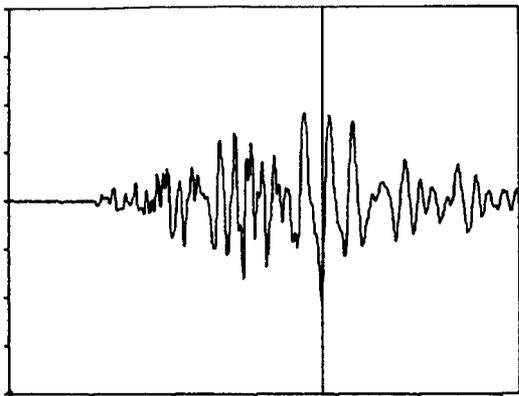
Q = 678

| Canal | Estación | Captador | Posición | V.pico  | Frecuen. | Overall | Pico    | $D/\sqrt{Q}$ | $D/Q^{2/3}$ |
|-------|----------|----------|----------|---------|----------|---------|---------|--------------|-------------|
| 1     | E-3      | V-353    | Vert     | 0,21    | 6,75     | 0,0737  | 0,0192  | 87,37        | 29,47       |
| 2     | E-3      | H-102    | Trans    | 0,813   | 5,84     | 0,078   | 0,032   | 87,37        | 29,47       |
| 3     | E-3      | H-99     | Long     | 0,298   | 5,81     | 0,0504  | 0,0254  | 87,37        | 29,47       |
| 4     | E-1      | A-4      | Vert     | 0,0012  | 14       | 0,0002  | 0,00006 | 87,37        | 29,47       |
| 5     | E-1      | V-357    | Vert     | 0,152   | 11,62    | 0,0381  | 0,0139  | 87,37        | 29,47       |
| 6     | E-2      | H-109    | Long     | 0,111   | 9,8      | 0,029   | 0,0093  | 87,37        | 29,47       |
| 7     | E-2      | V-356    | Vert     | 0,154   | 8,5      | 0,0376  | 0,0133  | 87,37        | 29,47       |
| 8     | E-3      | A-3      | Vert     | 0,00192 | 32,2     | 0,00041 | 0,0001  | 87,37        | 29,47       |

Onda aérea < 110 dB medidos en líneal pico

SEÑAL

1 V 50 HZ

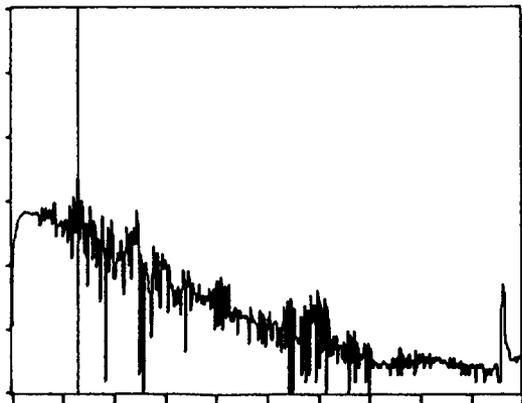


- 210.7 mEU

1.914 S

ESPECTRO DE F.

1 V 50 HZ 1 1



- 34.5 dB EU

6.50 HZ

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

DISTRIBUCION DE ENERGIA

1 V 50 HZ 1 1



100.0 %

50.00 HZ

Fecha. .... 22.1.82 .....

Localidad. .... Jamilina. (Jaén) .....

Emplazamiento. E-3 .....

Canal. .... 1 .....

Captador. .... V-353 .....

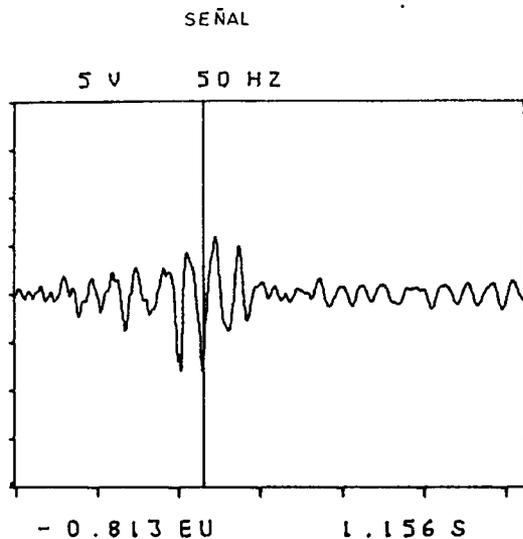
Filtrado. .... 0-50Hz .....

Observaciones. En. Pilar. ....

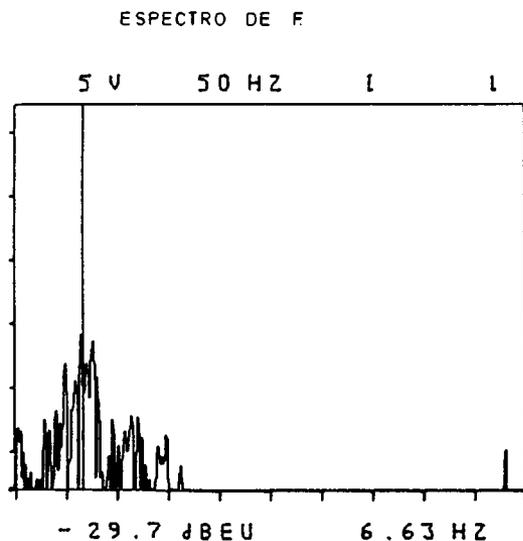
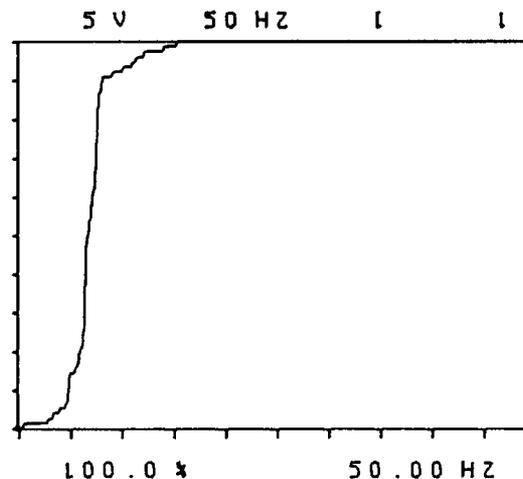
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



DISTRIBUCION DE ENERGIA



Fecha. .... 22.1.82 .....

Localidad. .... Jamilena. (Jaén) ...

Emplazamiento. E-3.....

Canal. .... 2 .....

Captador. .... H-102 .....

Filtrado. .... 0-50Hz .....

Observaciones. En. Pilar.....

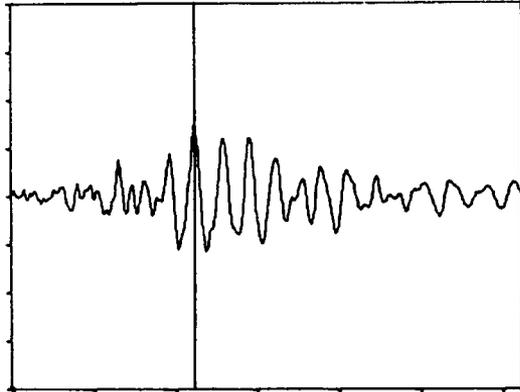
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

SEÑAL

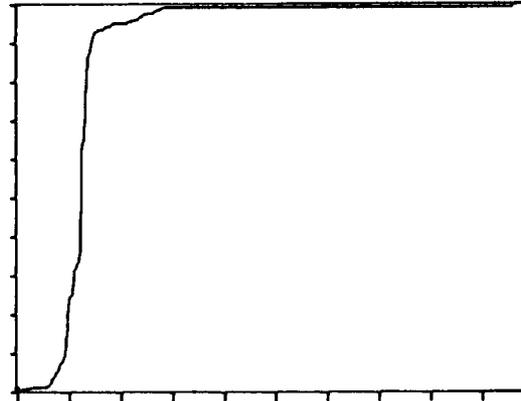
2 V 50 Hz



+ 298.2 mEU 1.117 S

DISTRIBUCION DE ENERGIA

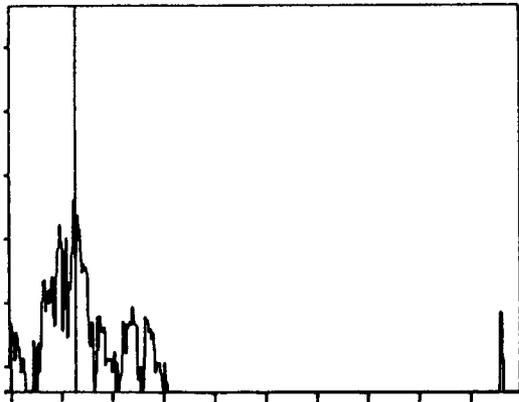
2 V 50 Hz 1 1



100.0 % 50.00 Hz

ESPECTRO DE F.

2 V 50 Hz 1 1

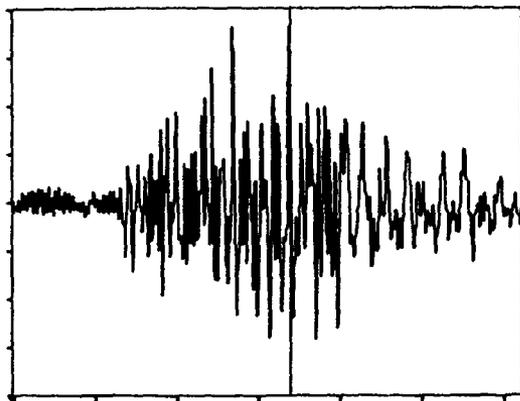


+ - 31.8 dB EU 6.38 Hz

Fecha. .... 22.1.82 .....  
 Localidad. .... Jamilena. (Jaén) ...  
 Emplazamiento. E=3 .....  
 Canal. .... 3 .....  
 Captador. .... H-99 .....  
 Filtro. .... 0-50Hz .....  
 Observaciones. Ep. pilar. ....

SEÑAL

0.2 V 50 HZ

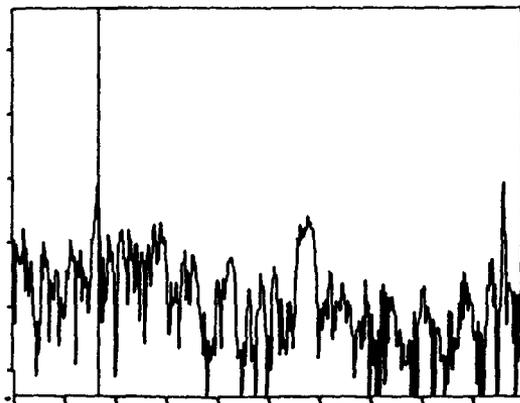


+ 1.221 mEU

1.695 S

ESPECTRO DE F

0.2 V 50 HZ I I



+ - 84.6 dB EU

8.38 HZ

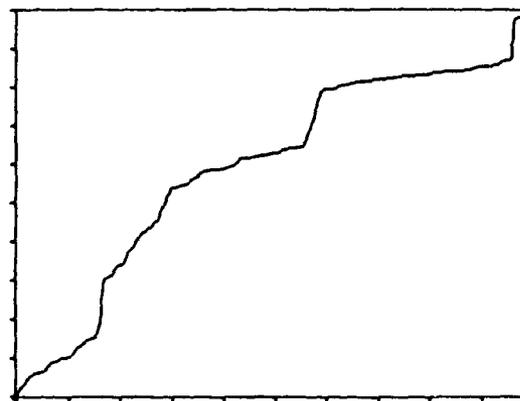
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

DISTRIBUCION DE ENERGIA

0.2 V 50 HZ I I



100.0 %

50.00 HZ

Fecha: ..... 22.1.82 .....

Localidad: ..... Jamilena. (Jaén) .....

Emplazamiento: E-1 .....

Canal: ..... 4 .....

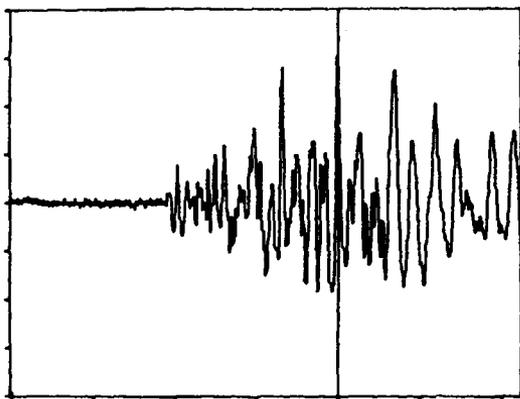
Captador: ..... A-4 .....

Filtrado: ..... 0-50Hz .....

Observaciones: En roca .....

SEÑAL

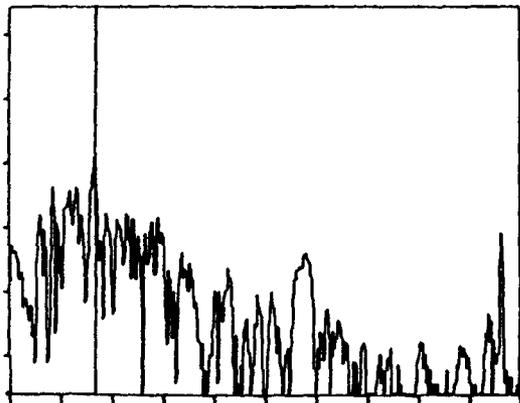
0.5 V 50 HZ



+ 152.0 mEU 2.000 S

ESPECTRO DE F

0.5 V 50 HZ [ ]



+ - 37.2 J/seg 8.38 HZ

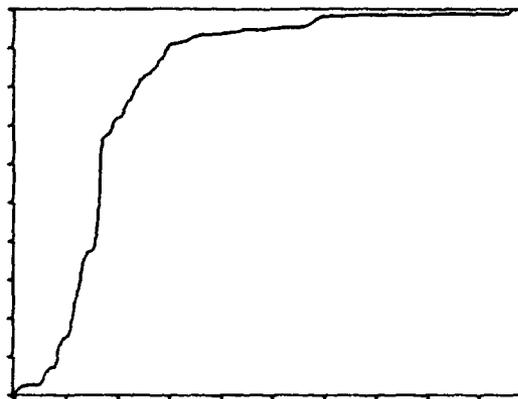
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

DISTRIBUCION DE ENERGIA

0.5 V 50 HZ [ ]



100.0 J 50.00 HZ

Fecha. .... 22.1.82 .....

Localidad. .... Jami l ena. (Jaén) .....

Emplazamiento. .... E: 4 .....

Canal. .... 5 .....

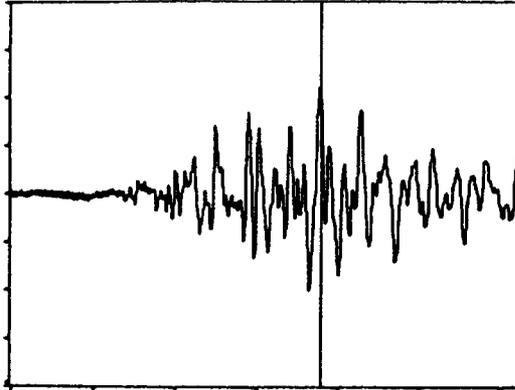
Captador. .... V-357 .....

Filtrado. .... 0-50Hz .....

Observaciones. En. roca .....

SEÑAL

0.5 V 50 HZ



+ 111.8 mEU 1.898 S

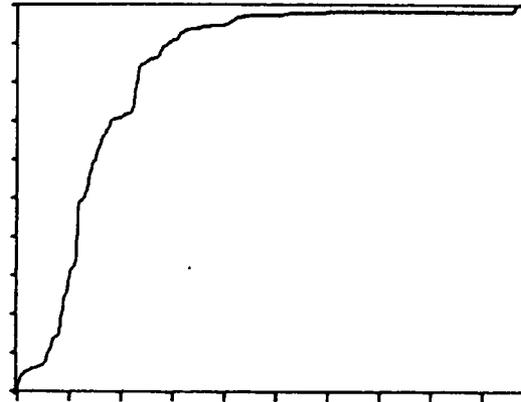
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

DISTRIBUCION DE ENERGIA

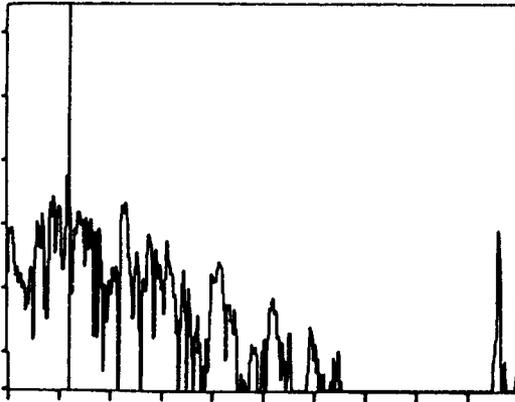
0.5 V 50 HZ 1 1



100.0 % 50.00 HZ

ESPECTRO DE F

0.5 V 50 HZ 1 1



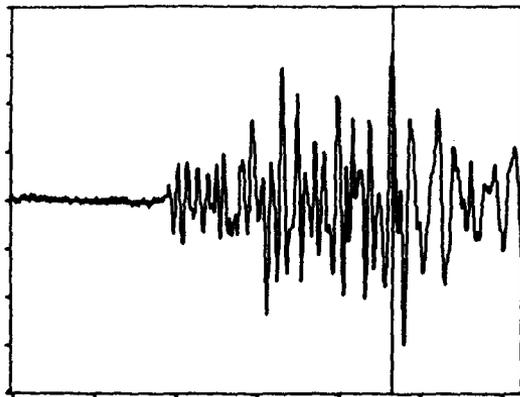
+ - 40.5 dB EU 6.00 HZ

Fecha. .... 22.1.82 .....  
 Localidad. .... Jamilena. (Jaén) ...  
 Emplazamiento. .... E-2 .....  
 Canal. .... 6 .....  
 Captador. .... H-109 .....  
 Filtrado. .... 0-50Hz .....  
 Observaciones. En obra.....

+

SEÑAL

0.5 V 50 HZ



+ 54.0 mEU 2.328 S

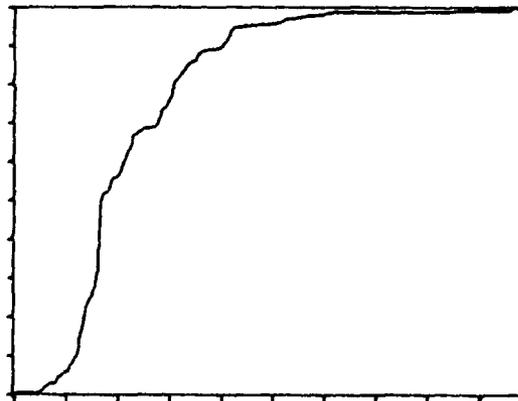
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

DISTRIBUCION DE ENERGIA

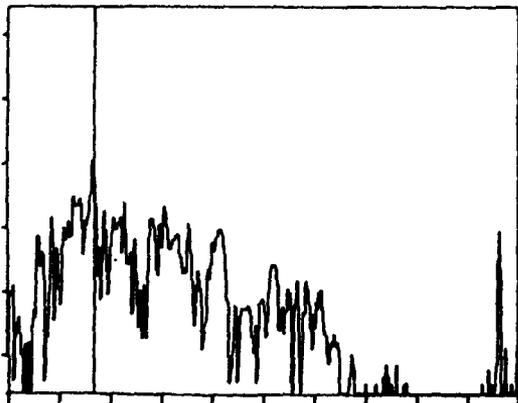
0.5 V 50 HZ I I



100.0 % 50.00 HZ

ESPECTRO DE F

0.5 V 50 HZ I I

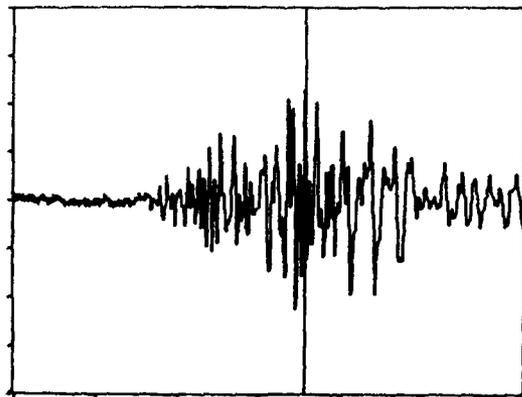


+ - 37.5 μEU 8.38 HZ

Fecha. .... 22.1.82 .....  
 Localidad. .... Jamilena. (Jaen) ...  
 Emplazamiento. .... E-2 .....  
 Canal. .... 7 .....  
 Captador. .... V-356 .....  
 Filtrado. .... 0-50Hz .....  
 Observaciones. En. obra. ....

SEÑAL

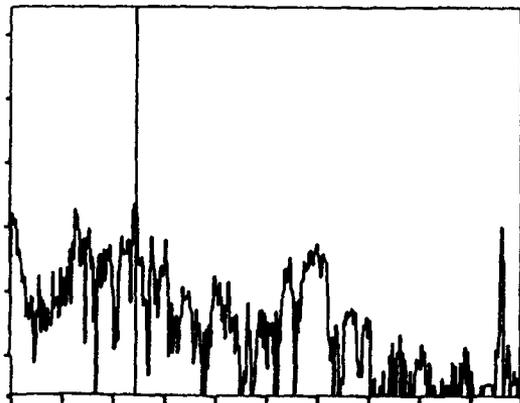
0.5 V 50 HZ



+ 1.917 mEU 1.781 S

ESPECTRO DE F

0.5 V 50 HZ 1 1



+ -79.8 dB EU 12.25 HZ

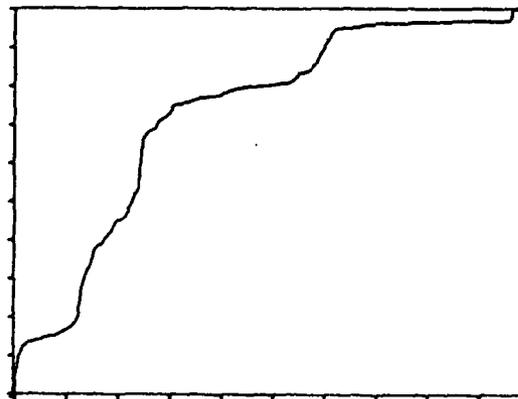
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

DISTRIBUCION DE ENERGIA

0.5 V 50 HZ 1 1



100.0 % 50.00 HZ

Fecha. .... 22.1.82 .....

Localidad. .... Jami.lena. (Jaén) ...

Emplazamiento. .... E-3 .....

Canal. .... 8 .....

Captador. .... A-3 .....

Filtrado. .... 0-50Hz .....

Observaciones. En. pilar. ....