

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

**ASESORIA GEOTECNICA A LA COMUNIDAD AUTONOMA  
DE NAVARRA**

ESTUDIO DE VIBRACIONES POR VOLADURAS EN LAS  
CANTERAS DE LA SIERRA DE ALAIZ



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

1.987

00972

**ASESORIA GEOTECNICA A LA COMUNIDAD AUTONOMA  
DE NAVARRA**

**ESTUDIO DE VIBRACIONES POR VOLADURAS EN LAS  
CANTERAS DE LA SIERRA DE ALAIZ**

**00972**

Este estudio ha sido realizado por la Dirección de Aguas Subterráneas y Geotecnia del Instituto Geológico y Minero de España en régimen de Contratación con la empresa E.A.T.S.A., Equipo de Asistencia Técnica, con la participación del siguiente personal técnico:

POR EL IGME : D. Jose M<sup>a</sup> Pernía Llera.  
Ingeniero de Minas. Director del Estudio.  
  
D. Miguel Abad Fernández.  
Ingeniero Técnico de Minas.

POR E.A.T.S.A. : D. Francisco Javier Castanedo Navarro.  
Ingeniero de Caminos.  
  
Dña. Lourdes Calvo Peinado.  
Ingeniero Técnico de Minas.

Madrid, Septiembre de 198~~8~~

Se agradece la colaboración prestada para la realización de este trabajo a la Dirección General de Industria del Gobierno Autónomo de Navarra y a las empresas Canteras Alaiz y Canteras Echauri-Tiebas, propietarias de las explotaciones que se han estudiado.

## INDICE

	<u>Pags.</u>
1. INTRODUCCION	1.
2. GEOLOGIA	3.
2.1. Encuadre geológico	3.
2.2. Litoestratigrafía	3.
2.3. Tectónica	4.
3. MEDICION Y CONTROL DE VOLADURAS	19.
4. INTERPRETACION DE LAS MEDIDAS	43.
4.1. Vibraciones por voladuras en la Cantera La Nueva	43.
4.2. Vibraciones por voladuras en la cantera "MURUARTE DE RETA".	53.
5. LIMITE DE PREVENCIÓN	57.
6. CARGAS INSTANTANEAS RECOMENDADAS	60.
7. ONDA AEREA	62.
8. CONCLUSIONES	64.

## ANEJOS

ANEJO N° 1.- REGISTROS DE VOLADURAS

ANEJO N° 1.1.- CANTERA LA NUEVA

ANEJO N° 1.2.- CANTERA MURUARTE DE RETA

ANEJO N° 2.- CALCULOS TOPOGRAFICOS

ANEJO N° 3 .- FOTOGRAFIAS

## 1. INTRODUCCION

Dentro de los campos de actividades del Instituto Geológico y Minero de España, figura la asistencia técnica e investigación de los temas relacionados con las voladuras, tanto en lo referente a la propia técnica de la voladura como en los efectos que ésta puede causar en las áreas colindantes debido al efecto de vibraciones, árida aérea o incluso proyecciones.

De los estudios realizados sobre los efectos y la transmisión de las vibraciones producidas por las voladuras cabe destacar el Proyecto "Respuesta estructural según el medio transmisor para vibraciones por voladuras de pequeña carga", y los estudios en las ciudades de Santa Cruz de Tenerife, Puerto de la Cruz en Tenerife, La Coruña, Avila y Segovia.

Asímismo el Instituto Geológico ha prestado asistencia a casos puntuales en el caso de petición de las correspondientes Direcciones Provinciales de Minas.

Dentro de esta temática y del Proyecto "Asesoría Geotécnica a la Comunidad Autónoma de Navarra", se incluye el presente estudio sobre los efectos de las vibraciones producidas por las voladuras en las canteras de la Sierra de Alaiz en las poblaciones de Tiebas y Las Campanas.

En las proximidades de Tiebas y Las Campanas hay actualmente dos explotaciones importantes que pertenecen a Canteras Alaiz , una, y a Canteras Echaury - Tiebas, la otra. De acuerdo con la Norma ITC-MIE-S.M. 10.3.01 del Ministerio de Industria (Marzo de 1986), ambas explotaciones deben clasificarse como actividades permanentes, por lo que el nivel de estudio de vibraciones mínimo necesario sería el denominado de categoría II.

Sin embargo, al haberse producido sobre todo en épocas pasadas quejas de los habitantes de los pueblos, y puesto que el potencial en instrumentación y equipos técnicos del Instituto Geológico lo permite, el estudio realizado puede clasificarse de Categoría III, habiéndose realizado las siguientes actividades:

- Estudio geológico general y de detalle de la zona de ubicación de las canteras, poblaciones, así como de los frentes de cantera.
  
- Medida de las voladuras con siete captadores simultáneos, todos ellos acelerométricos.
  
- Registro de todas las medidas en cinta magnética.
- Integración de las aceleraciones con integrador analógico de frecuencia de corte 1Hz.

El presente estudio cumple por tanto sobradamente las especificaciones necesarias para este tipo de explotaciones.

En el Anejo 1 se incluyen los registros de las medidas realizadas, en el Anejo 2 los cálculos topográficos para el replanteo de los frentes de cantera y en el Anejo 3 las fotografías del área y de la campaña de medición.

## 2. GEOLOGIA

### 2.1. Encuadre Geológico

La región objeto de estudio, se encuentra situada en una zona de transición, tanto desde un punto de vista tectónico como desde un punto de vista estratigráfico y paleogeográfico. Por un lado se dispone el Macizo del Alto Aragón al NO. y por otro, el Macizo del Ebro al sur representado por la Sierra de Alaiiz. Al N y NE se sitúan, por último, los depósitos de medio profundo correspondientes al área de Pamplona.

Dentro del entorno local estudiado, el tramo se dispone entre los materiales correspondientes al Macizo del Ebro, representado por los sedimentos rocosos fundamentalmente carbonatados de la Sierra de Alaiiz, y los materiales margosos, evaporíticos y detríticos correspondientes a los depósitos profundos del área de Pamplona.

Con respecto a la tectónica general de la región, que en principio puede parecer como bastante sencilla, merece destacarse como rasgo distintivo de gran importancia, los grandes mantos de corrimiento del tramo norte (alóctono) que se disponen cabalgantes sobre los depósitos más modernos del tramo sur (autóctono).

### 2.2. Litoestratigrafía

Las calizas y calcarenitas de la Sierra de Alaiiz, actualmente en explotación para su uso en hormigones hidráulicos y como áridos de machaqueo, constituyen la base de la serie estratigráfica local. Dentro de este conjunto general, pueden diferenciarse bancos de espesor métricos a decimétricos que presentan tonos "beiges", grises o amarillentos, pudiendo intercalarse muy localmente hiladas margosas de escasa potencia, dispuestas a modo de juntas entre bancos.

Destaca por otra parte, la abundancia de fósiles que presentan estos materiales (nummulites, orbitolinas, alveolínidos, etc). El espesor aproximado de esta formación se sitúa en torno a los 290 m de los que se explotan en las canteras los 100 m superiores.

La serie se continúa con unos niveles de calcarenitas en bancos decimétricos, con planos de estratificación ondulados y una karstificación marcada, en cuyos conductos y oquedades se disponen arcillas rojas de descalcificación, así como frecuentes fósiles. Superficialmente presenta tonos grises cuando están alterados y blanquecinos o "beiges" en corte fresco.

La potencia estimada del conjunto es de unos 10 m, medidos en el entorno de las explotaciones activas.

Por encima de estos materiales, se disponen unas margas grises que ocupan una extensión muy amplia, cuyo espesor aumenta progresivamente hacia el norte del área estudiada. La potencia máxima de esta formación puede llegar a los 480 m.

Es en esta formación (F. Margas de Pamplona), donde se asienta parte del pueblo de Tiebas situado al NW de las explotaciones. Todos los materiales descritos hasta ahora corresponden al Eoceno inferior y medio.

En contacto discordante con los distintos depósitos anteriores, se localizan los sedimentos cuaternarios con morfología y textura variada en función del medio de deposición. Así, los depósitos de glaciares y conos de deyección están formados por gravas y gravillas, en general subangulosas, y carbonatadas, empastadas por una matriz arenolimsa y arcillosa. Dichos depósitos se articulan, en algunos casos, con terrazas fluviales compuestas por arenas limosas y arcillosas que incluyen en su seno gravas redondeadas, de naturaleza calcárea en su gran mayoría.

Por otro lado, los aluviales del área están compuestos por gravas calcáreas redondeadas con matriz arenosa y limosa, mientras que los rellenos del fondo de las vaguadas están formados por arcillas arenosas con gravas subre-

dondeadas y redondeadas de naturaleza asimismo carbonatada.

Merece destacarse la existencia de suelos residuales de alteración, tanto en los depósitos cuaternarios como en los niveles superficiales de la formación margosa.

En los materiales carbonatados de la Sierra de Alaiz, existe un litosuelo discontinuo de escaso espesor, así como pequeños depósitos de gravillas calcáreas muy angulosas, de origen periglaciario, dispuestas en el fondo de los barrancos que discurren longitudinalmente por las laderas de la sierra.

Por último cabe señalar la existencia de rellenos y depósitos antrópicos, procedentes fundamentalmente de los desechos de las explotaciones de canteras objeto del presente estudio.

### **2.3. Tectónica**

Dentro del tramo estudiado, la Sierra de Alaiz es sin duda el área que más problemas de índole tectónica plantea. Por una parte, presenta cierres periclinales tanto al NE como al SO, lo cual no está en concordancia con las estructuras tectónicas regionales. Por otra parte existe un frente de cabalgamiento al SE de la Sierra, cuyo desplazamiento ha sido de NO a SE.

La presencia de fallas de tensión en abanico en la Higa de Monreal, indica un giro en sentido SE-SO completado a su vez en el área de fallas de Ezperun.

El límite SO de la Sierra en cambio, queda cubierto por una potente terraza cuaternaria que impide detectar la estructura aunque no puede decirse que el cabalgamiento haya quedado interrumpido en esta zona, cuyo sentido de giro parece haber sido ONO-ESE como así parece indicar las distintas fallas de dirección O-E.

Se puede resumir en consecuencia, que las fallas radiales de tensión

detectadas en la Sierra de Alaiz han sido coetáneas con el cabalgamiento mientras que las situadas a  $45^\circ$  de la dirección NE-SO, puede considerarse de relajación de esfuerzos y de carácter normal.

En otro orden de cosas la presencia de diaclasas de notable desarrollo, con direcciones más o menos perpendiculares a la dirección del cabalgamiento parecen indicar que su formación se debe a relajamiento y distensión de los esfuerzos principales.

Estas diaclasas, presentan rellenos en tonos rojizos, debidos quizás a óxidos de hierro, producto resultante de la circulación interna de agua a favor de estos planos de debilidad y cuyo residuo insoluble sería precisamente estos óxidos.

En los distintos frentes de las canteras, se ha procedido a realizar un conjunto de medidas de la dirección y el buzamiento de las litoclasas presentes. De este estudio puede concluirse la existencia de una familia muy marcada (familia "A") con una dirección media de  $N 76^\circ E$  y un buzamiento de  $70$  a  $80^\circ$  al SE presente en todos los frentes estudiados.

Existe otra familia menos marcada (familia "B") detectada únicamente en la cantera situada al SO del pueblo de Tiebas cuya dirección es  $N 100$  a  $110 E$  y su buzamiento, de unos  $82^\circ$  al N.

Así mismo, se ha localizado un área milonitizada con tonos negruzcos, procedente de una falla de dirección submeridiana en la cantera situada al NE de Tiebas.

En las figuras 2.1 a 2.6, se han representado los diagramas polares y de isocontenidos, en tantos por ciento, del número de medidas realizadas, tanto de dirección como de buzamiento de diaclasas en las tres canteras existentes en el entorno del pueblo de Tiebas. En las figuras 2.7. y 2.8. se recogen en un sólo gráfico, el total de medidas efectuadas a las tres canteras, observándose una clara correspondencia de los tres frentes estudiados.

Cantera N.E  
Empresa: Canteras Alaiz.  
Cantera: La Nueva.

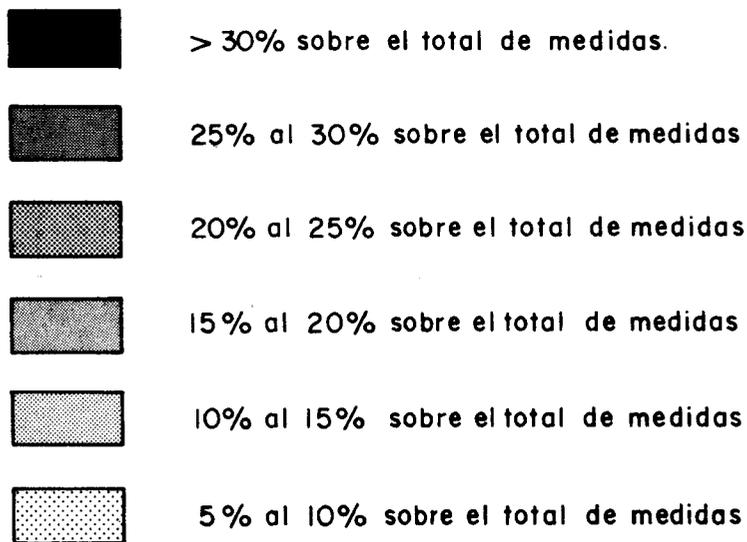
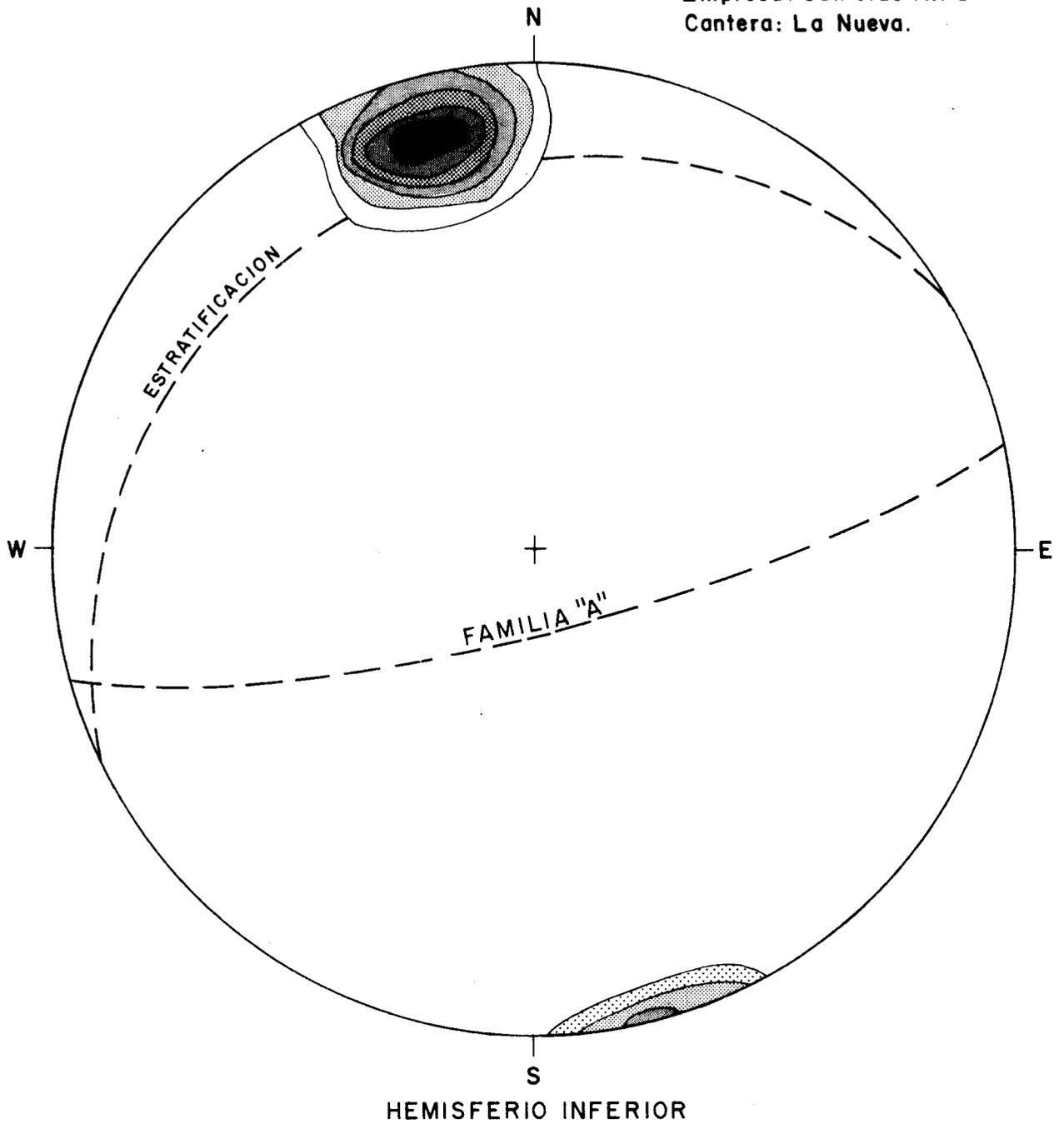


FIG. 2.2.

Cantera N.E  
Empresa: Canteras Alaiz.  
Cantera: La Nueva.

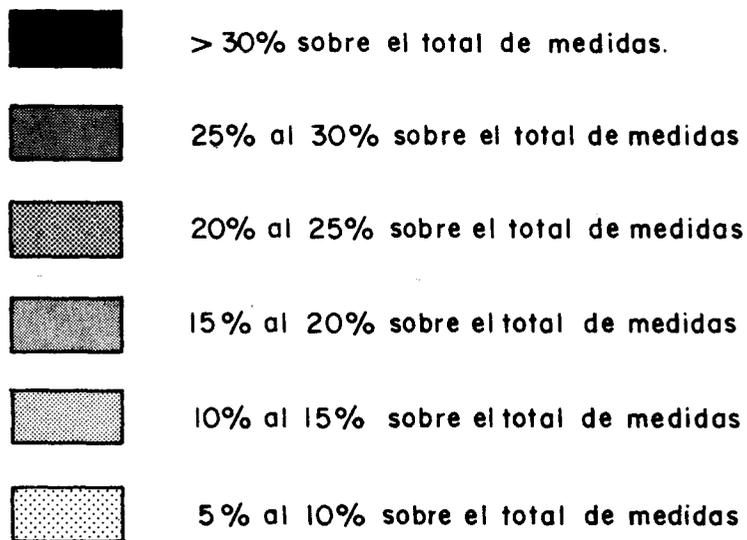
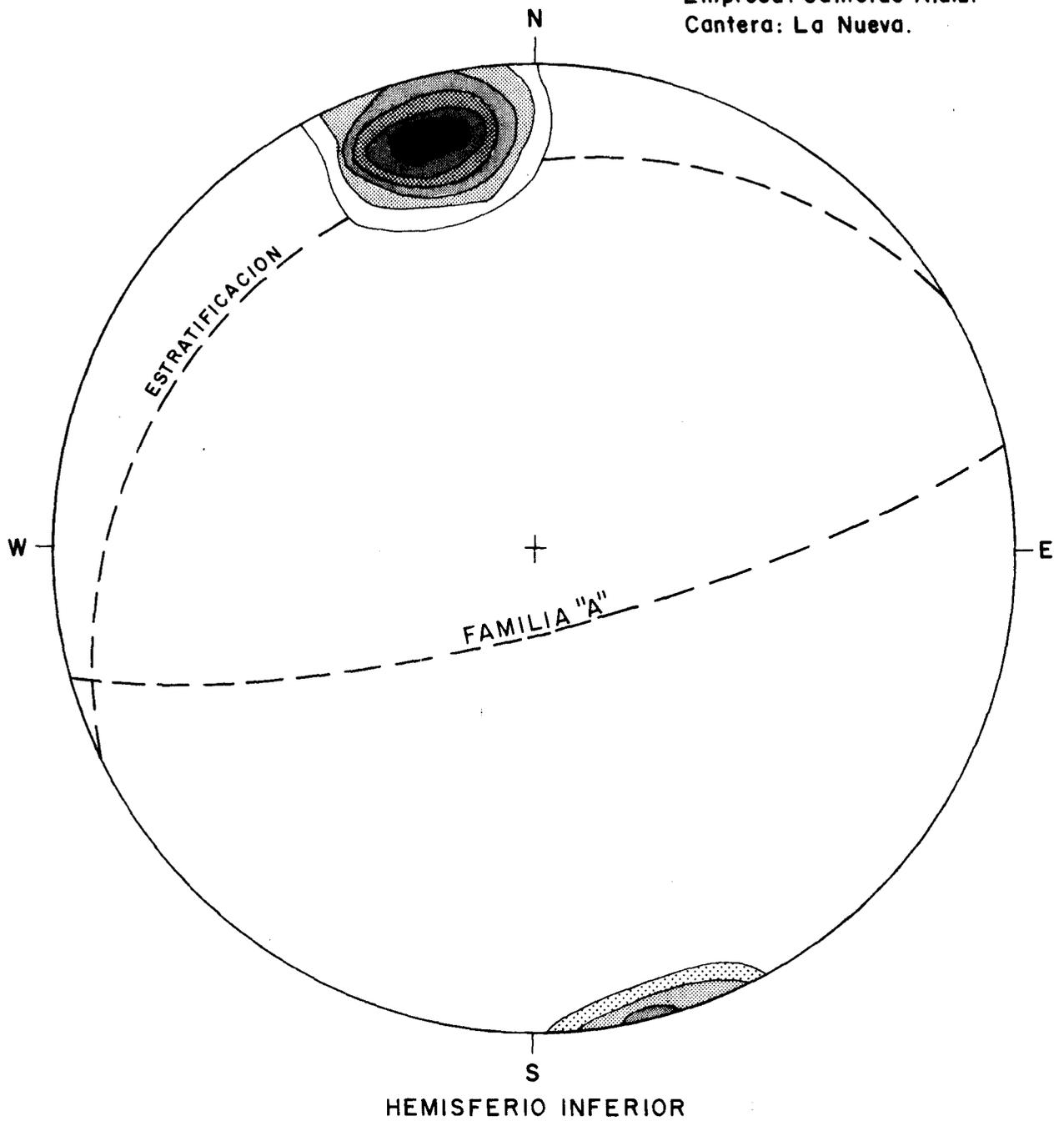
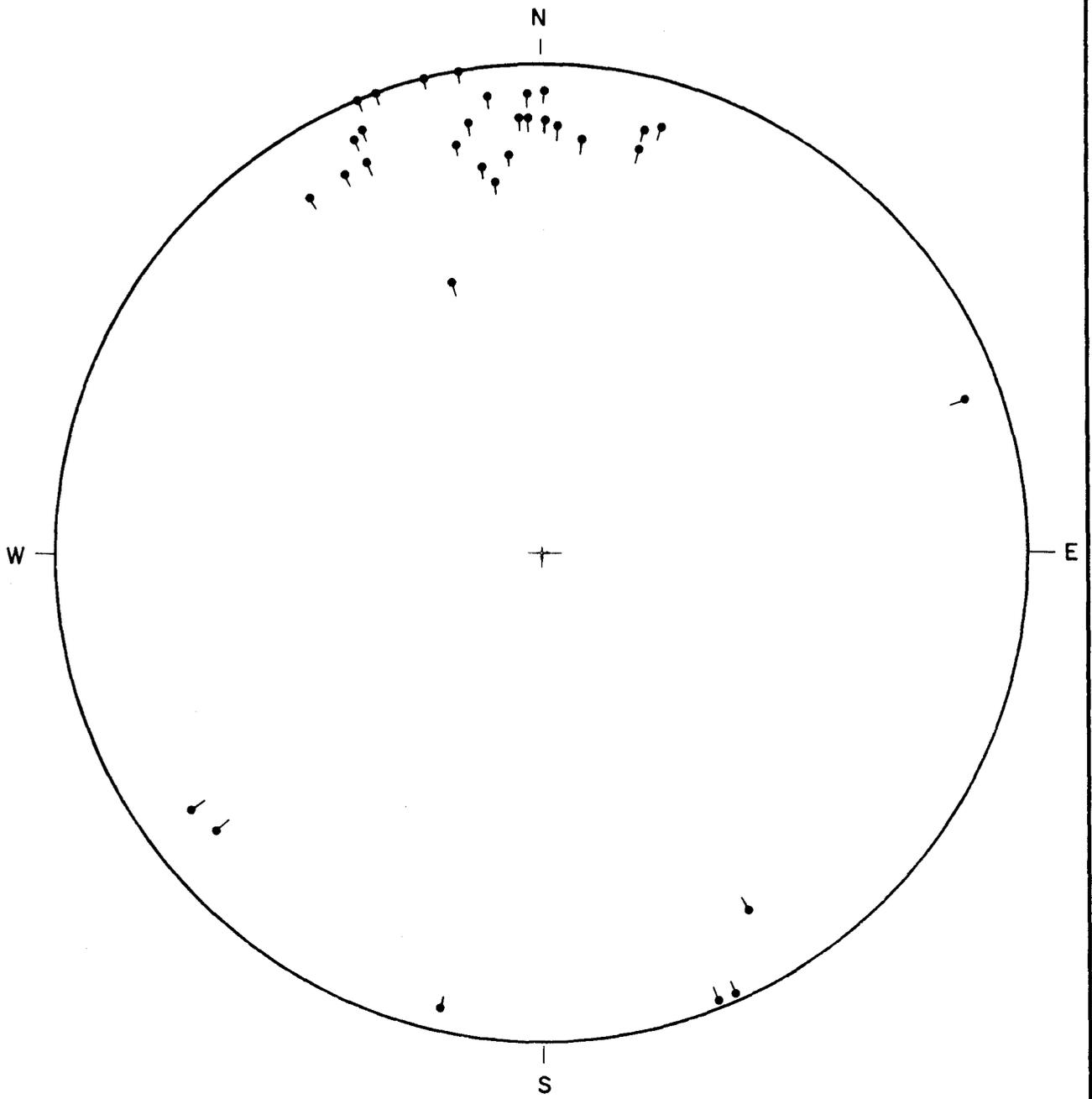


FIG. 2.2.

Cantera Central  
( abandonada )  
Pamplona(Navarra)



HEMISFERIO INFERIOR

FIG. 2.3.

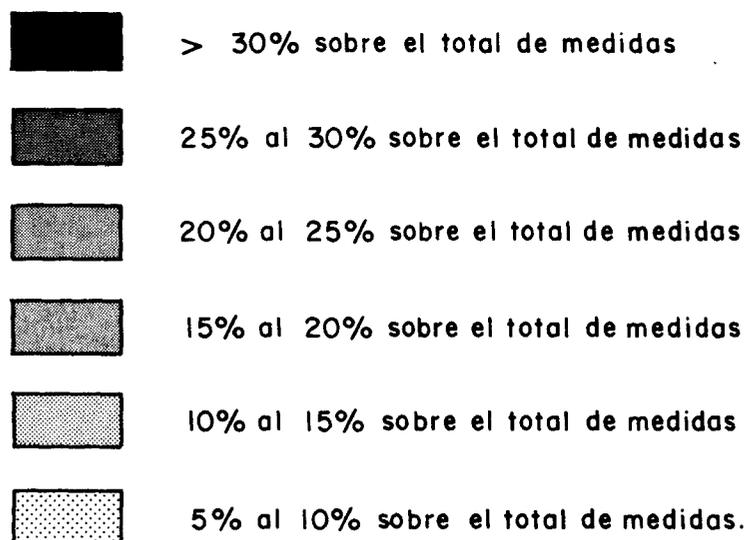
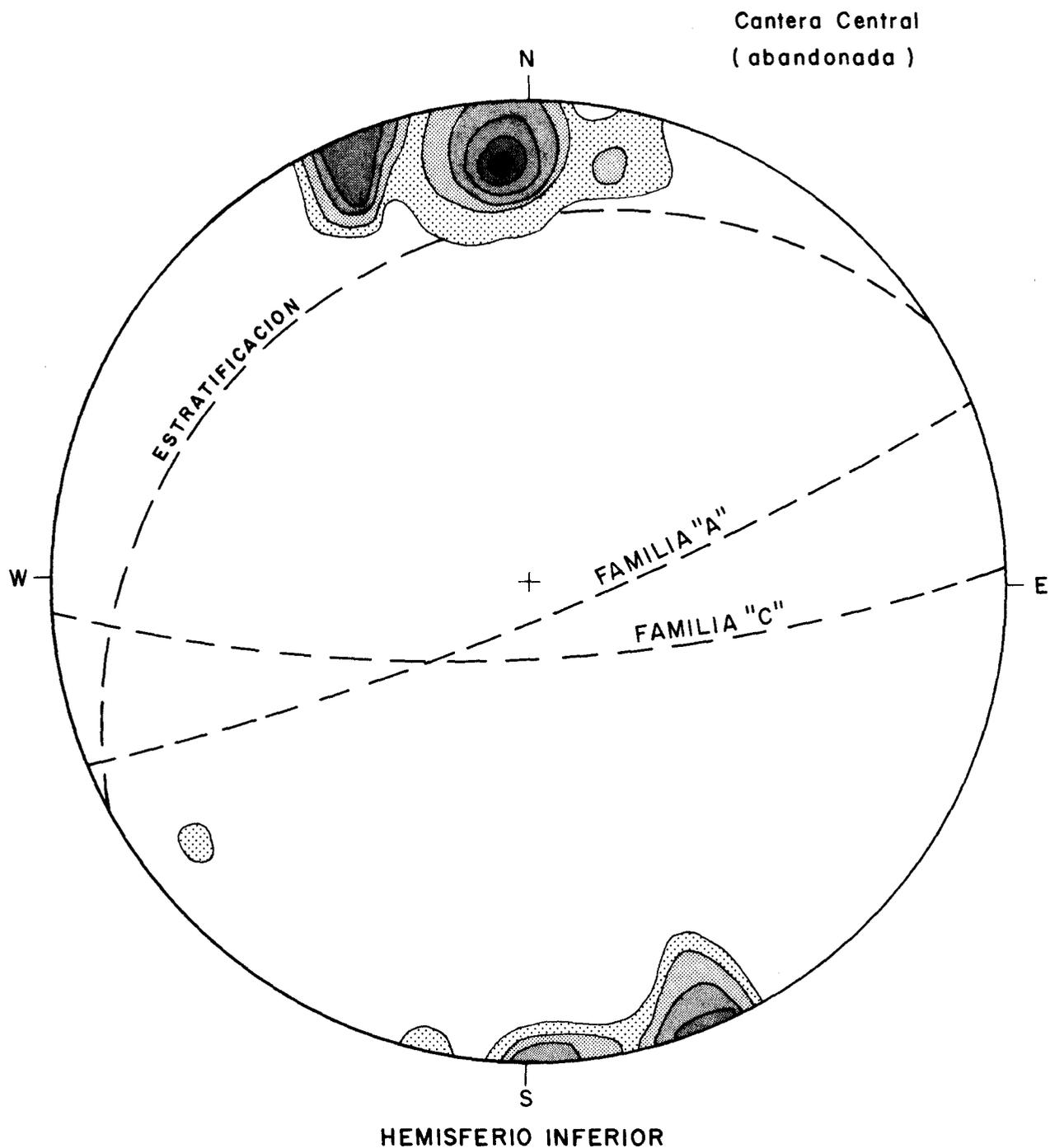
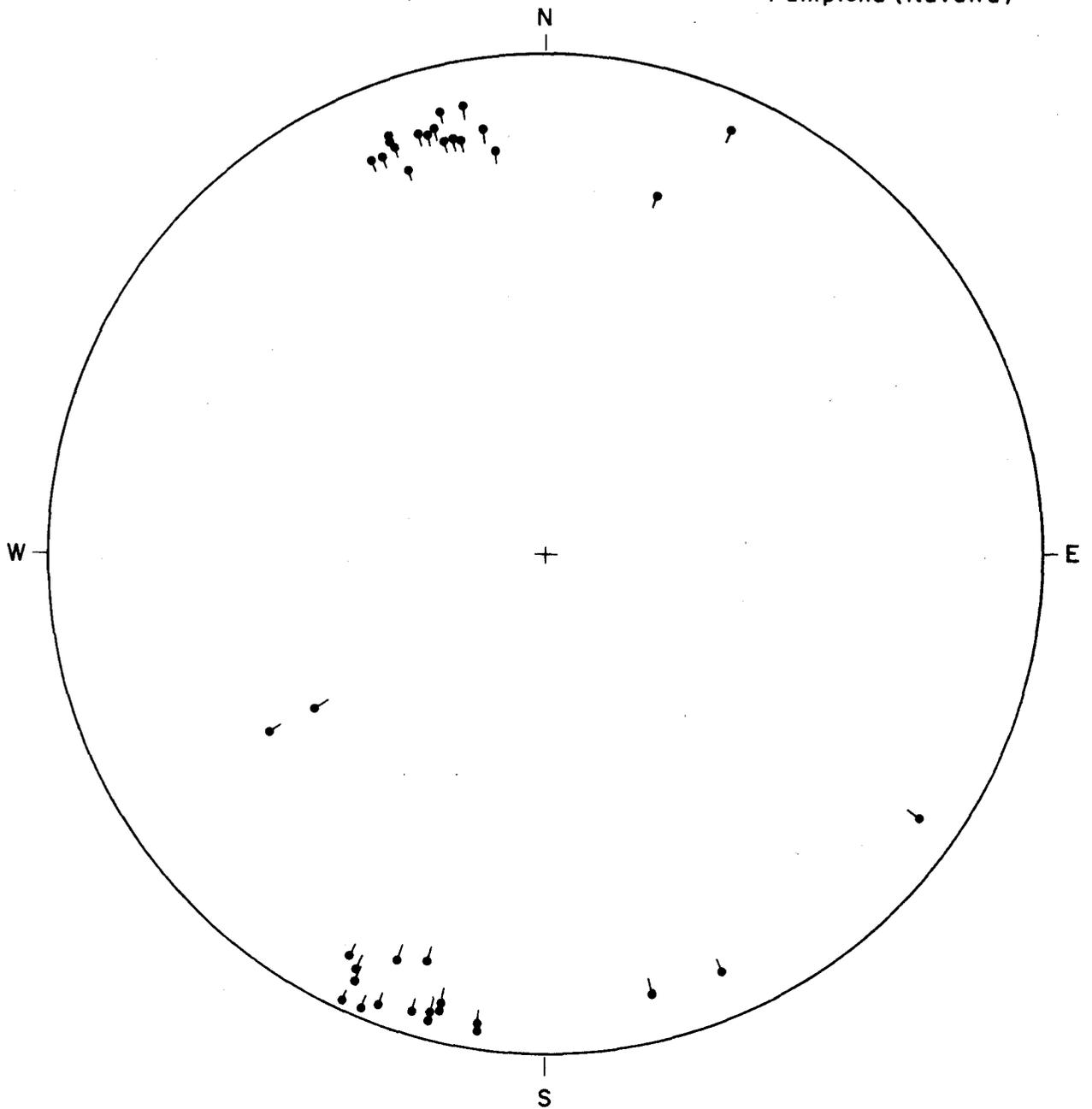


FIG.2.4.

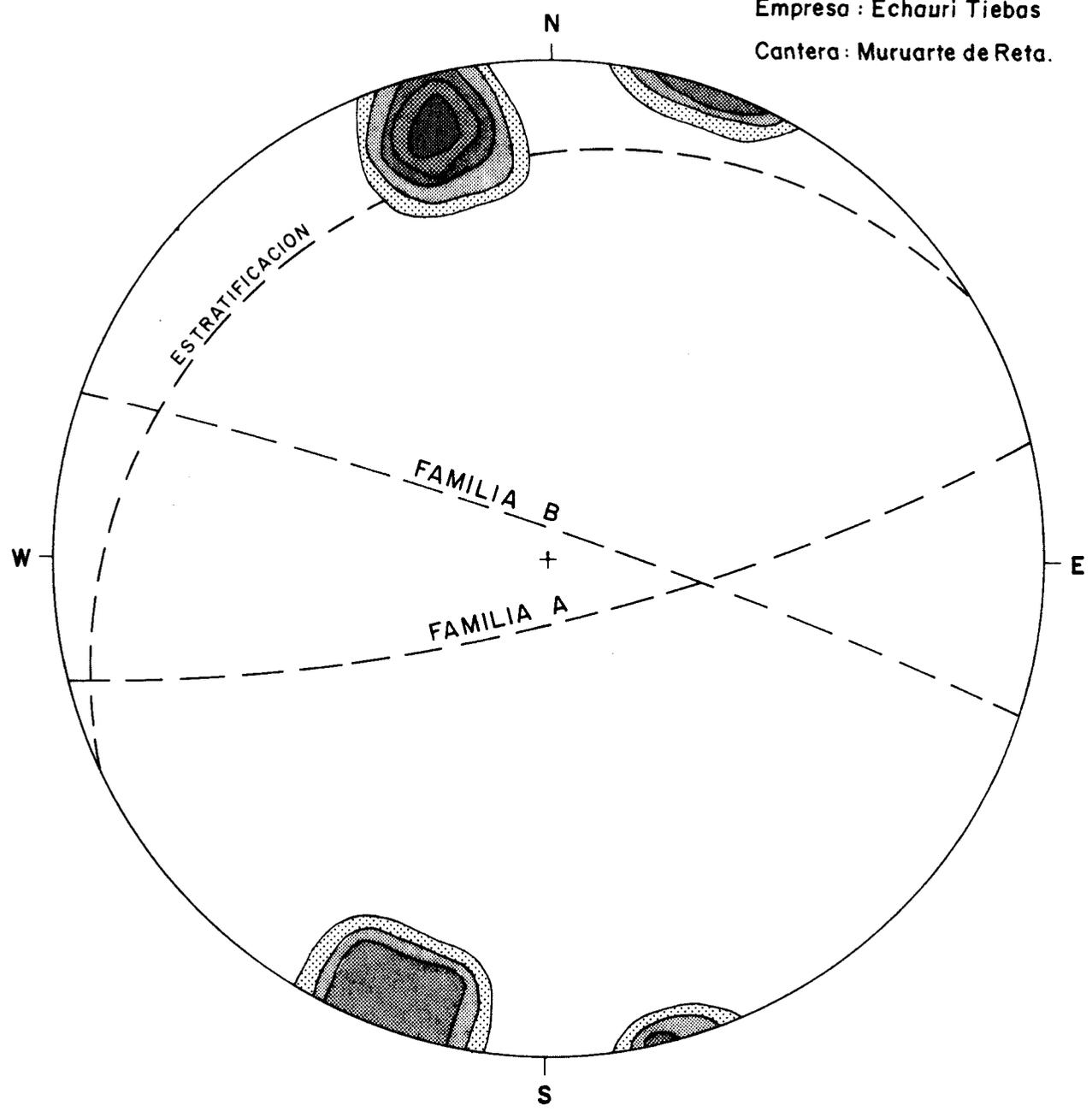
Cantera S.W.  
Empresa: Echaury Tiebas  
(Cantera Muruarte de Reta)  
Pamplona (Navarra)



HEMISFERIO INFERIOR

FIG. 25.

Cantera SW.  
Empresa : Echauri Tiebas  
Cantera : Muruarte de Reta.



HEMISFERIO INFERIOR

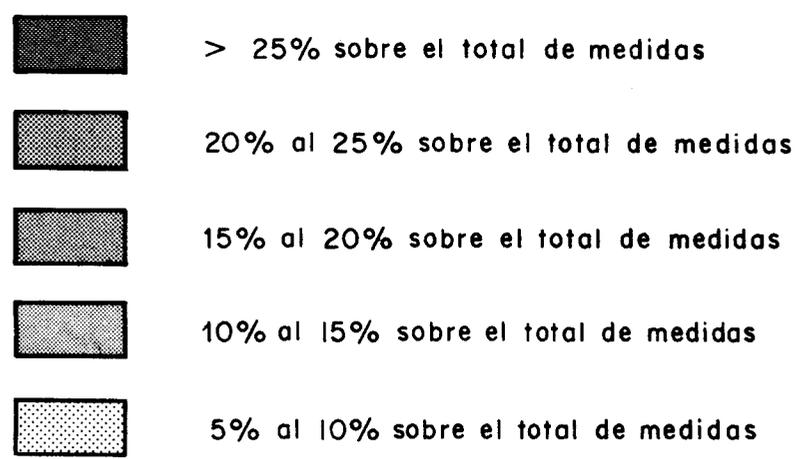
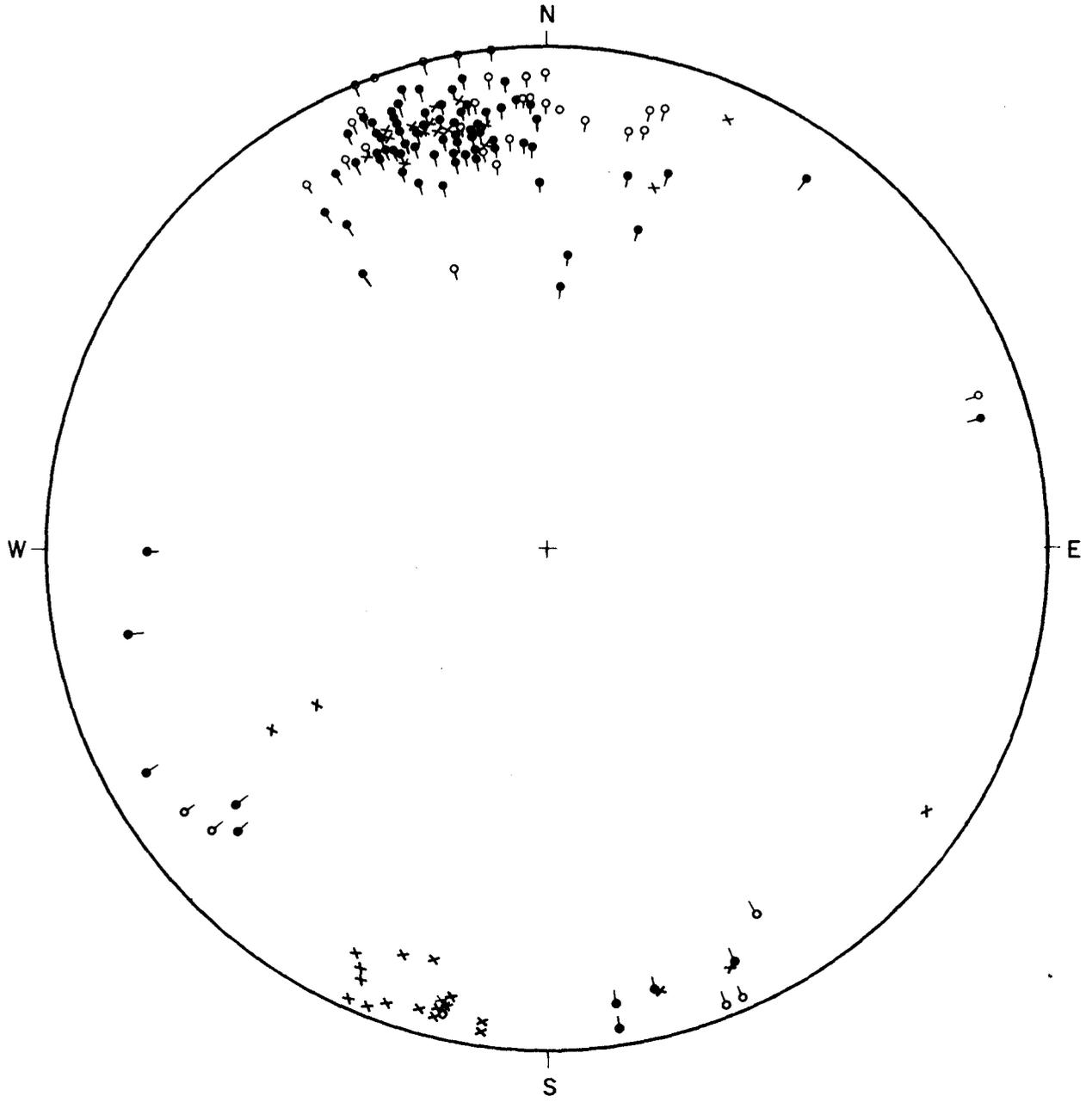


FIG. 2.6.

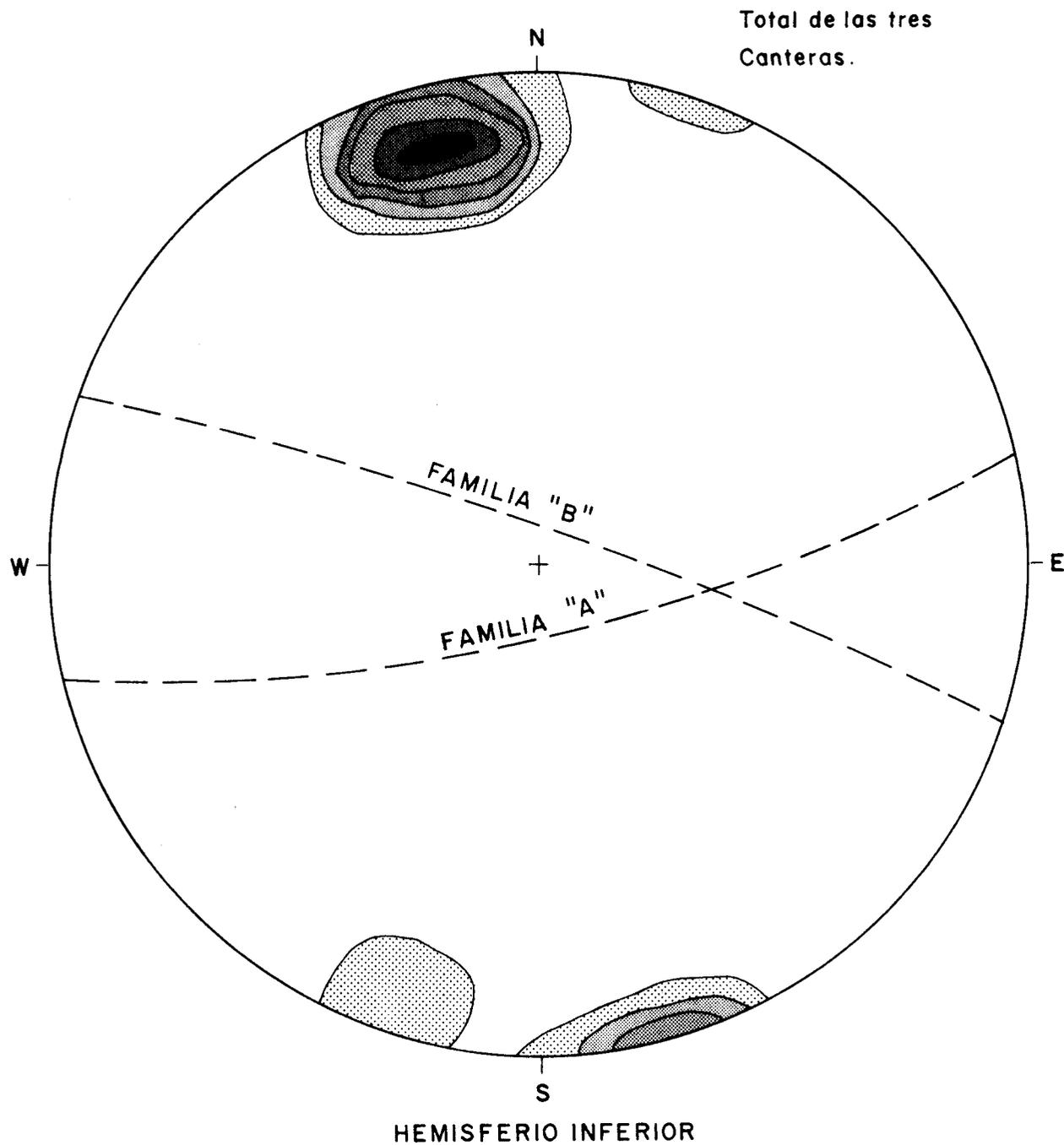
Medidas totales de  
las tres canteras



Total de Medidas 150

- x Cantera SW
- o Cantera central (abandonada)
- b Cantera NE

FIG. 2.7



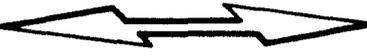
Total de las tres  
Canteras.

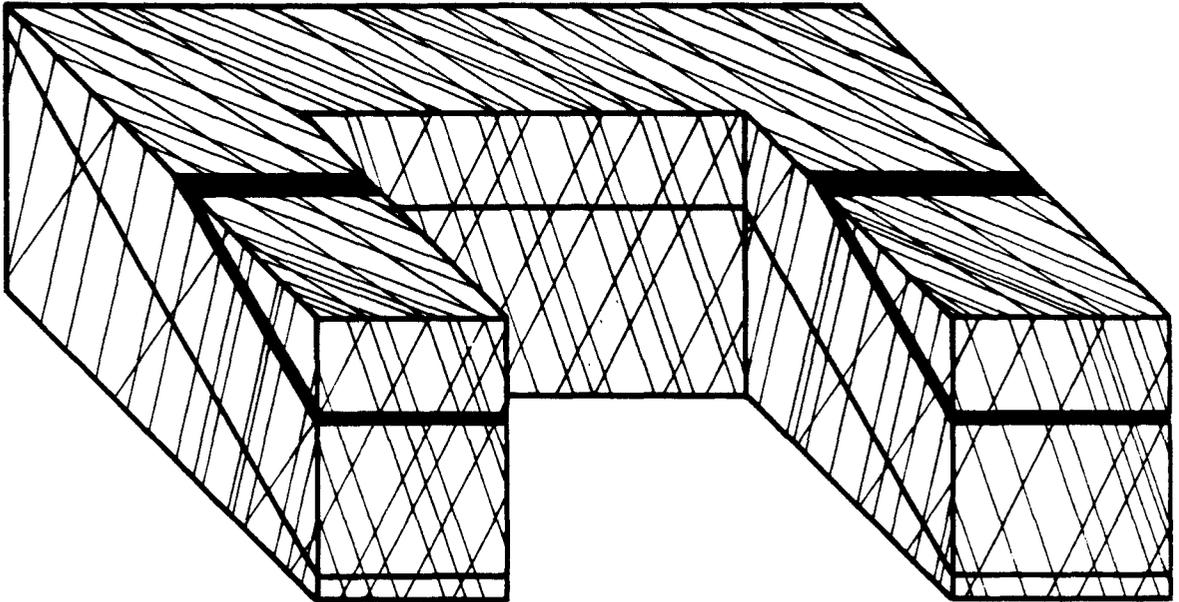
HEMISFERIO INFERIOR

-  > 24% sobre el total de medidas.
-  20% al 24% sobre el total de medidas
-  16% al 20% sobre el total de medidas
-  12% al 16% sobre el total de medidas
-  8 % al 12% sobre el total de medidas
-  4 % al 8 % sobre el total de medidas

FIG. 2.8.

Empresa: Echaurl Tiebas.  
Cantera: Munarte de Reto.

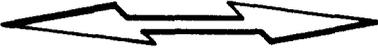
NE  SW

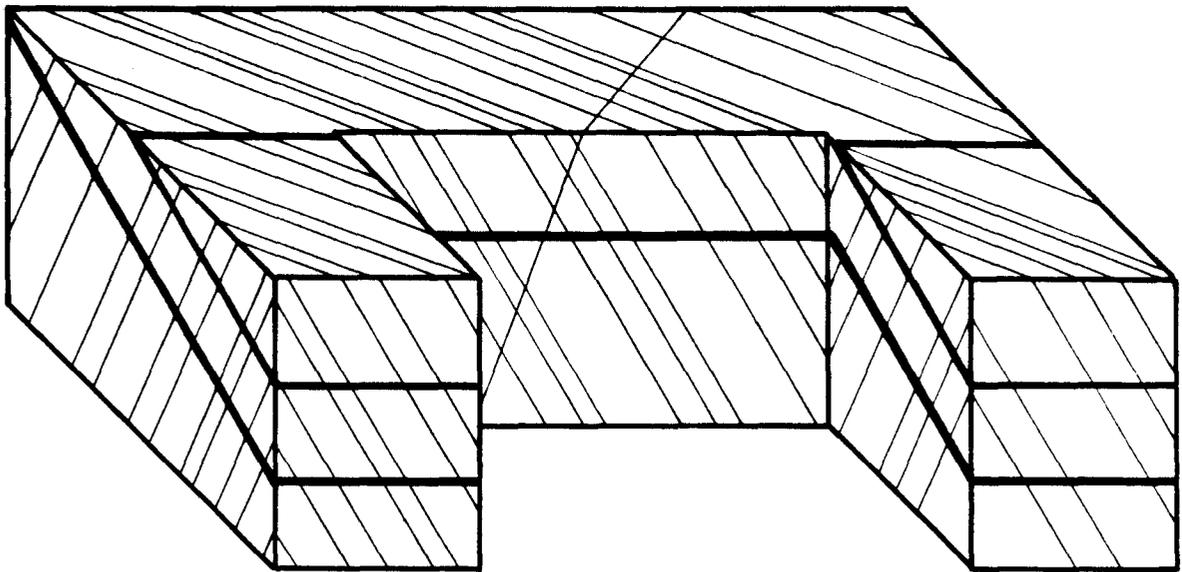


		RUMBO	BUZAMIENTO
ESTRATIFICACION	S <sub>o</sub>	N 60° E	20° NW
FAMILIA	— "A"	N 76° E	80° SE
FAMILIA	— "B"	N 110° E	85° NE

MODELO ESTRUCTURAL DE LA CANTERA SW.

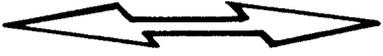
Empresa: Canteras Alaiz.  
Cantera: Munarte de Reta.

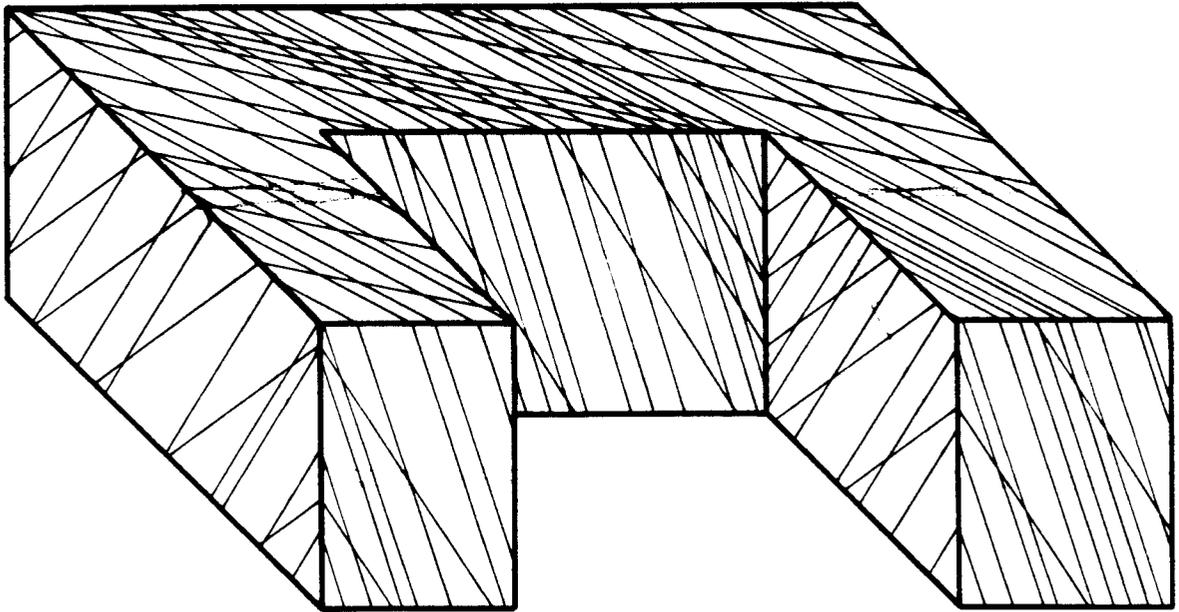
NE  SW



		<u>RUMBO</u>	<u>BUZAMIENTO</u>
ESTRATIFICACION	S <sub>o</sub>	N 60° E	20° NW
FAMILIA	— "A"	N 76° E	77° S
FAMILIA	— "C"	N 5° E	75° E

MODELO ESTRUCTURAL DE LA CANTERA NE.

NE  SW



		RUMBO	BUZAMIENTO
ESTRATIFICACION	S <sub>o</sub>	N 60° E	26° NW
FAMILIA	— "A"	N 68° E	84° SE
FAMILIA	— "C"	N 88° E	77° S

MODELO ESTRUCTURAL DE LA CANTERA CENTRAL

En el anejo fotográfico se recoge la documentación gráfica de los frentes, distinguiéndose muy claramente las litoclasas presentes, así como la estratificación y las perforaciones y barrenos efectuadas para colocar las cargas que fragmentaron la roca.

### 3. MEDICION Y CONTROL DE VOLADURAS

Para el estudio de las vibraciones producidas por las voladuras en las canteras de la Sierra de Alaiz, se han seleccionado las dos canteras más importantes, tanto por su volúmen de explotación como por su mayor proximidad a los pueblos de Tiebas y Las Campanas.

La cantera "La Nueva" de Canteras Alaiz tiene forma sensiblemente rectangular cerrada salvo por los dos caminos de acceso que dejan en medio un peñón de protección. Aunque inicialmente el método de explotación era en un sólo banco, al avanzar la cantera y por tanto la altura de frente se pasó a la explotación en dos bancos de 50-60 m de altura cada uno.

El diámetro de perforación de los barrenos es de 75 mm y habitualmente las cargas totales consumidas son del orden de 2.000 Kg de explosivo. Las cargas instantáneas detonadas por barreno son de 250 Kg de nagolita con 5 Kg de Goma 2 en fondo para el encendido.

La cantera "Muruarte de Reta" de Echauri-Tiebas tiene forma asimilable a circular con la entrada y salida al circo de cantera por un único punto. Igual que en la otra cantera, la explotación se realiza actualmente en dos bancos de altura en torno a 50-60 m.

El diámetro de perforación es de 105 mm.

La metodología de medición empleada se ha orientado a obtener una ley de proporción, esto es, una correlación entre la velocidad de partícula y la distancia a escala (distancia dividida entre la raíz cuadrada de la carga), de forma que pueda determinarse para un nivel de cargas y a cualquier distancia el nivel de vibración previsible.

Para que la correlación sea suficientemente fiable es recomendable utilizar sólo el segmento de la recta que corresponda a interpolación, o a extrapolaciones de segmento mitad del segmento de interpolación.

A fin de conseguir esto, se ha fijado para cada voladura dos áreas de medida, una muy próxima en el arco de cantera y la otra lejana coincidente en las voladuras de producción con las poblaciones de Tiebas o Las Campanas.

En el área más próxima se media con tres canales y en las poblaciones con ocho canales.

Las medidas se realizaban con acelerómetros PCB tipo "seismic" de ganancia 1,5 Voltios por g ( $1g = 9,8 \text{ m/seg}^2$ ). Una vez amplificadas las señales se grababan en cinta magnética con frecuencia portadora en FM para registrar las bajas frecuencias.

Las señales registradas se analizaron en los Laboratorios del I.G.M.E. con un analizador digital F.F.T.

Las campañas de medición realizadas han consistido en el control de las siguientes voladuras:

a) Cantera "La Nueva" de Canteras Alaiz

Para el estudio de las vibraciones producidas por esta cantera se han realizado medidas en dos voladuras de producción, una voladura de zapateras y 5 voladuras de prueba, cada una de estas últimas de un sólo barreno.

En la fig. 3.1 se representa la situación de las voladuras de prueba en el circo de cantera.

Los datos geométricos de estas voladuras fueron:

<u>VOLADURA</u>	<u>BARRENO</u>	<u>LONGITUD (m)</u>	<u>CARGA(kg)</u>	<u>EQUIV.GOMA PURA</u>
1	2	15	10	8,50
2	3	15	12,5	10,62
3	4	15	12,5	10,62
4	5	15	12,5	10,62
5	6	15	12,5	10,62

En la fig. 3.2 se representa la situación de las estaciones de medida, que han sido las siguientes:

<u>ESTACION</u>	<u>MEDIDA</u>	<u>SITUACION</u>
E <sub>b</sub>	TRIAXIAL	En el circo de la cantera junto a un murete del peñón de cierre.
E <sub>1A</sub>	TRIAXIAL	En la esquina de apoyo de la nave de maquinaria.
E <sub>2A</sub>	TRIAXIAL	Esquina opuesta de la nave de maquinaria.
E <sub>3A</sub>	COMPONENTE VERTICAL Y HORIZONTAL LONGITUDINAL	En la verja del parque descubierto de maquinaria.

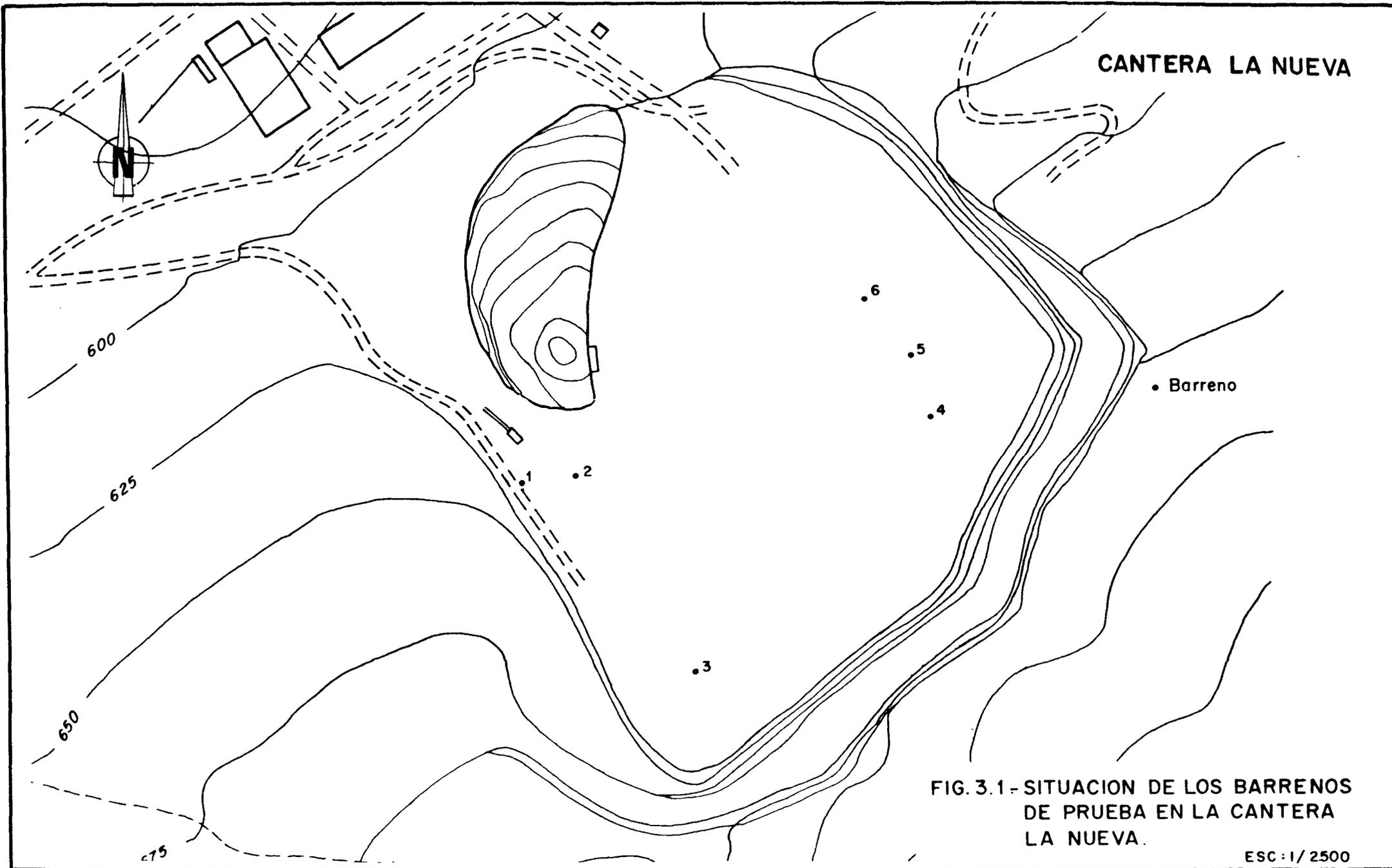


FIG. 3.1- SITUACION DE LOS BARRENOS DE PRUEBA EN LA CANTERA LA NUEVA.

ESC: 1/2500

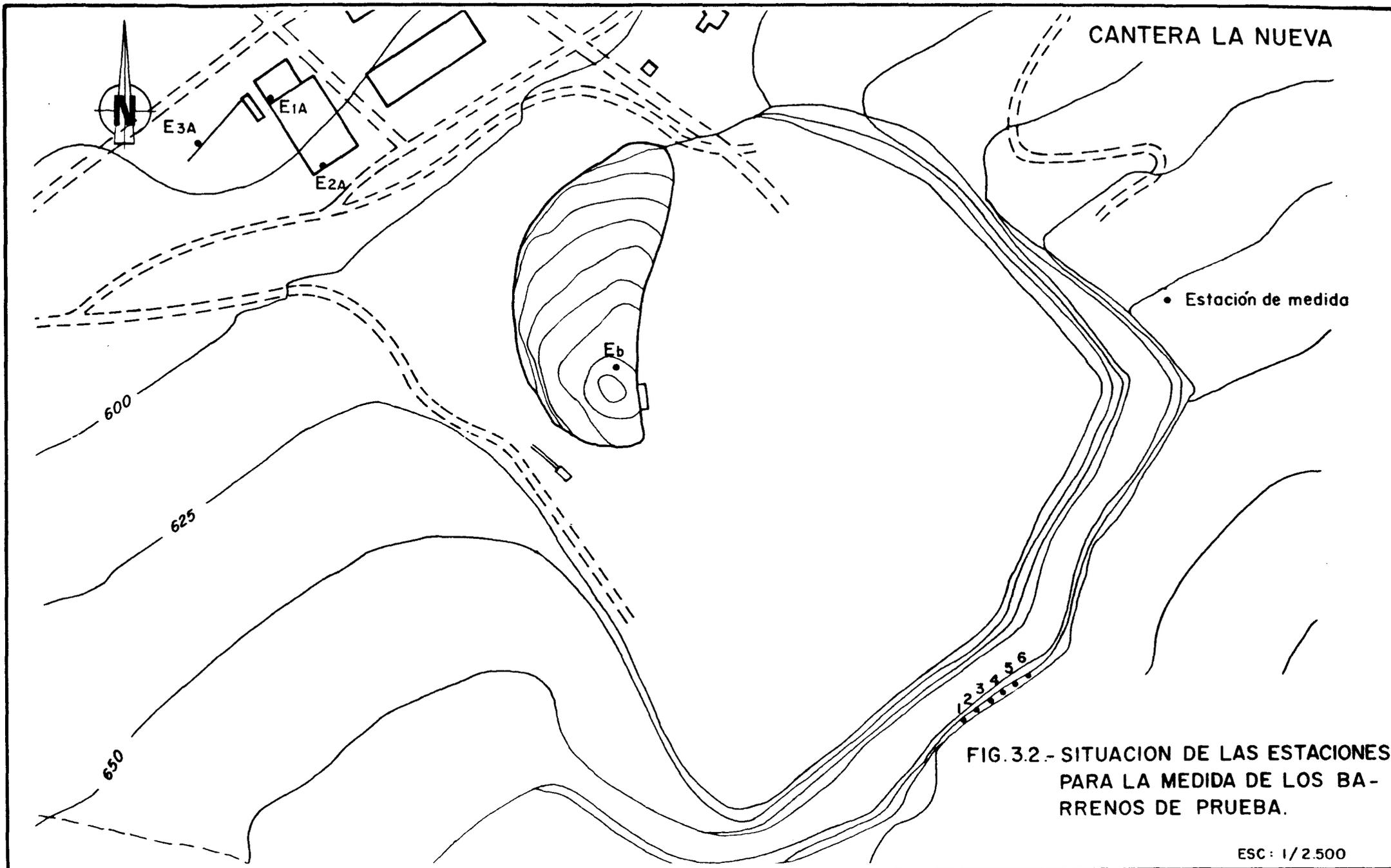


FIG. 32.- SITUACION DE LAS ESTACIONES PARA LA MEDIDA DE LOS BARREROS DE PRUEBA.

ESC: 1/2.500

La relación entre los puntos de las voladuras y los puntos de medición se representan en el cuadro 3.1.

Los resultados de las medidas se incluyen en el anejo 1.1.

La producción 1, localizada en el banco superior, estaba constituida por 6 barrenos con las siguientes características geométricas y de detonación:

<u>BARRENO</u>	<u>LONGITUD (m)</u>	<u>CARGA</u> <u>(Kg Goma pura)</u>	<u>Nº DETONADOR (MICROR)</u>
1	40	119,7	1
2	60	191,2	1
3	60	191,2	2
4	60	191,2	3
5	60	191,2	4
6	60	191,2	5

El equivalente en Goma Pura se ha obtenido sumando la carga de Riogel o Goma 2 multiplicada por 0,85 a la carga de nagolita multiplicada por 0,65.

La situación de la voladura de producción en el frente de cantera se representa en la fig. 3.3.

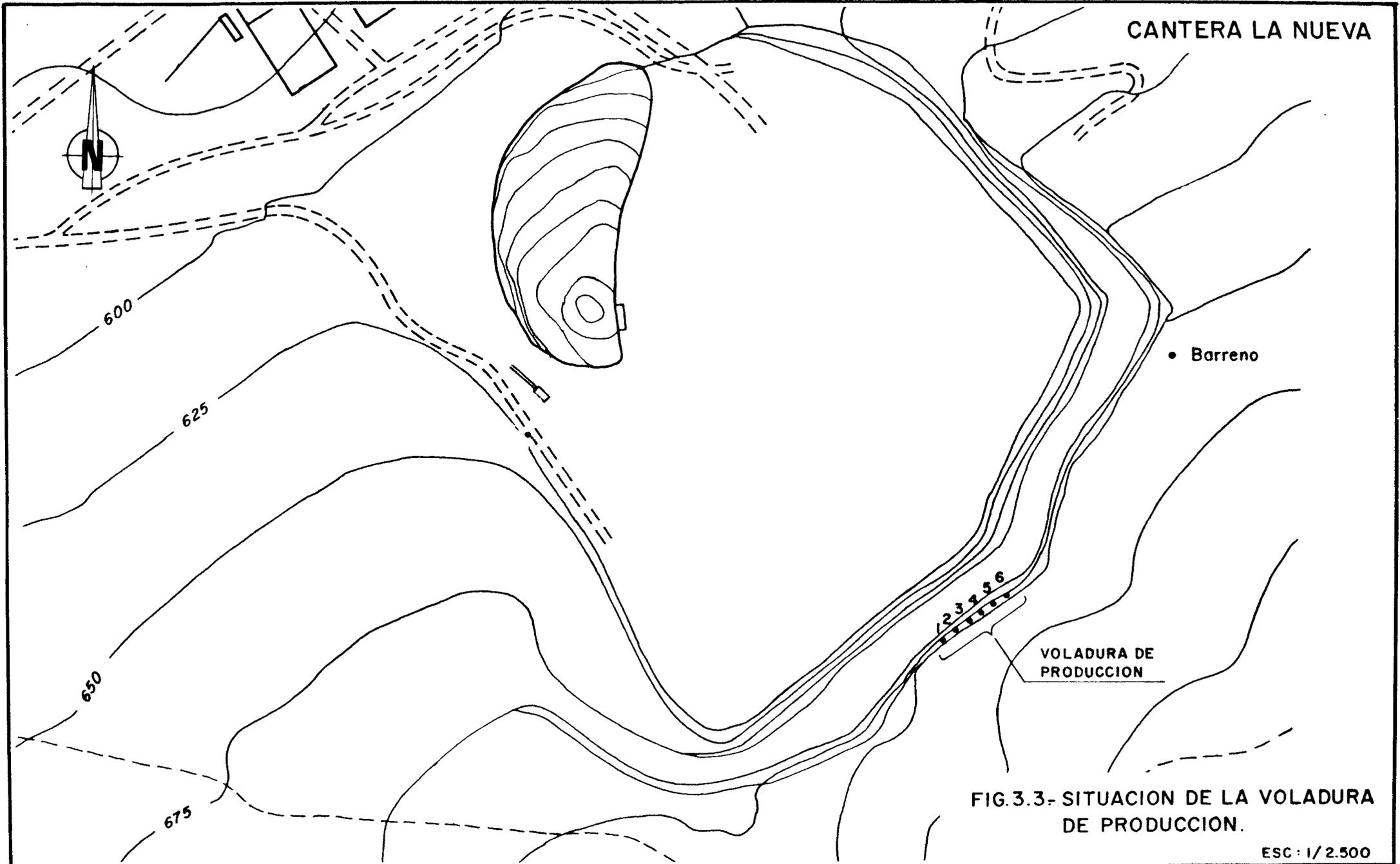
La carga cuyo equivalente en Goma pura se da en la tabla anterior, y el explosivo utilizado era una carga en fondo de Riogel y una carga de columna de nagolita.

Los puntos de medida fueron los mismos para el equipo B&K (b), mientras que el equipo A se situó en Las Campanas, midiéndose en los siguientes puntos:

CUADRO N° 3.1.

VOLADURA DE PRUEBA - CANTERA LA NUEVA

PEGA	CARGA (GOMA PURA)	DISTANCIA (m)			
		E <sub>b</sub>	E <sub>1A</sub>	E <sub>2A</sub>	E <sub>3A</sub>
1	8,5	76	280	236	290
2	10,62	188	396	352	404
3	10,62	190	406	368	432
4	10,62	178	386	348	412
5	10,62	152	350	316	380



CANTERA LA NUEVA

• Barreno

VOLADURA DE PRODUCCION

FIG.3.3- SITUACION DE LA VOLADURA DE PRODUCCION.

ESC: 1/2.500

<u>ESTACION</u>	<u>MEDIDA</u>	<u>SITUACION</u>
E <sub>0</sub> A	TRIAXIAL	En Las Campanas en la base del tabique del garage perteneciente a la casa del Alcalde .
E <sub>1</sub> A	TRIAXIAL	En Las Campanas en un murete situado en la parte posterior de la Iglesia.
E <sub>2</sub> A	COMPONENTE VERTICAL Y HORIZONTAL LONGITUDINAL	En Las Campanas, al fondo de la calle donde está situada la Iglesia, en un bordillo de la acera.

La relación geométrica entre los puntos de las voladuras y los puntos de medición se representan en el cuadro 3.2.

En la fig. 3.4 se representa la situación de las estaciones de medida del equipo A.

La voladura de producción 2 estaba constituida por 10 barrenos con las siguientes características geométricas y de detonación:

<u>BARRENO</u>	<u>LONGITUD (m)</u>	<u>CARGA</u>	
		<u>(Kg Goma Pura)</u>	<u>Nº DETONADOR (MICROR.)</u>
1	70	185,7	1
2	70	185,7	2
3	70	185,7	3
4	70	185,7	4
5	70	185,7	5
6	70	185,7	6
7	70	185,7	7
8	70	185,7	8
9	70	185,7	9
10	70	185,7	10

La situación de la voladura de producción 2 en el frente de cantera se representa en la fig. 3.5.

CUADRO N° 3.2.

VOLADURA DE PRODUCCION 1 - CANTERA LA NUEVA

PEGA	CARGA (GOMA PURA)	DISTANCIA (m)			
		E <sub>b</sub>	E <sub>0A</sub>	E <sub>1A</sub>	E <sub>2A</sub>
1		252	1696	1640	1710
2	310,9	254	1700	1650	1718
3	191,2	258	1702	1654	1724
4	191,2	260	1656	1658	1732
5	191,2	262	1664	1668	1738
6	191,2	264	1670	1674	1744

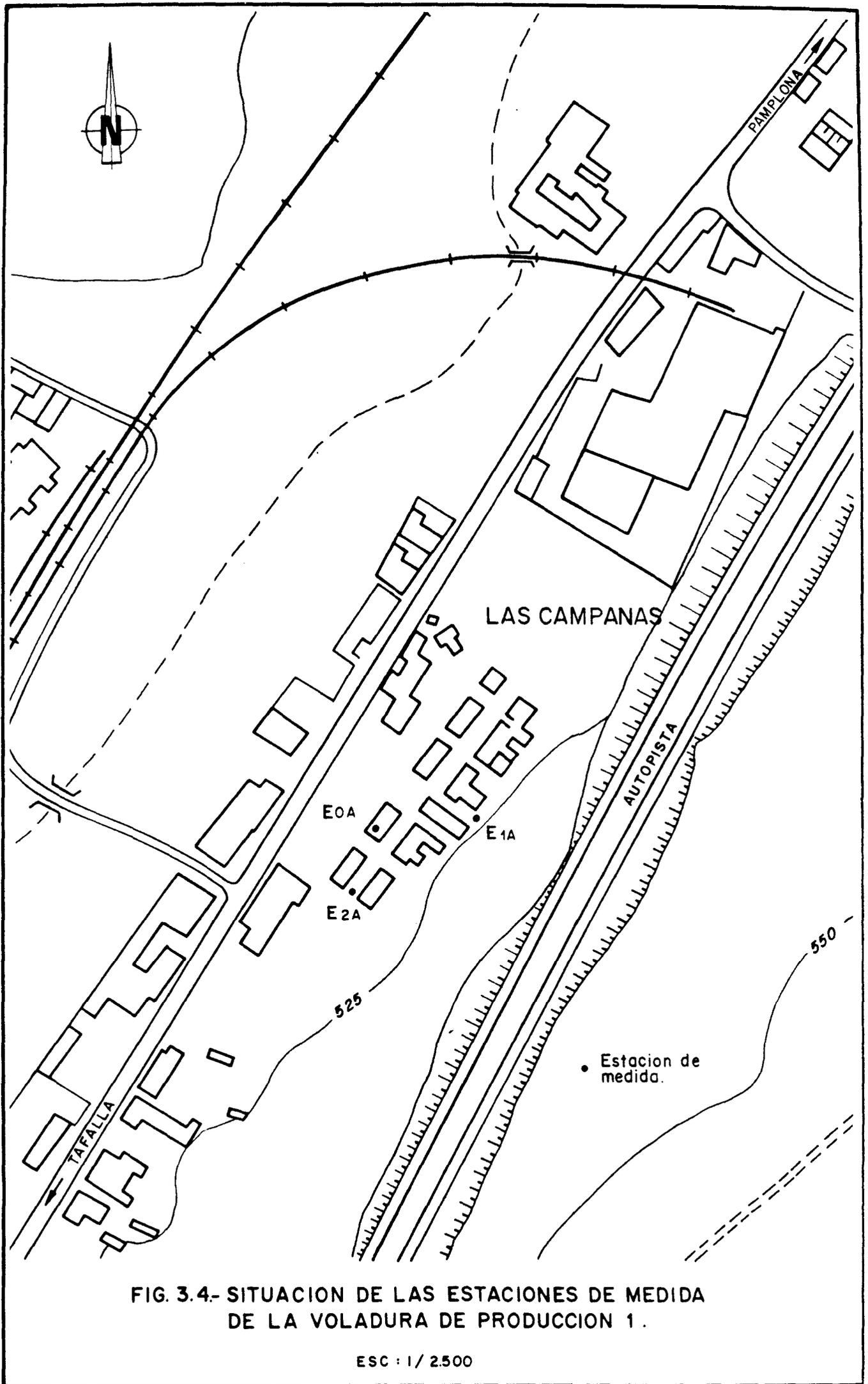


FIG. 3.4.- SITUACION DE LAS ESTACIONES DE MEDIDA DE LA VOLADURA DE PRODUCCION 1.

ESC : 1 / 2.500

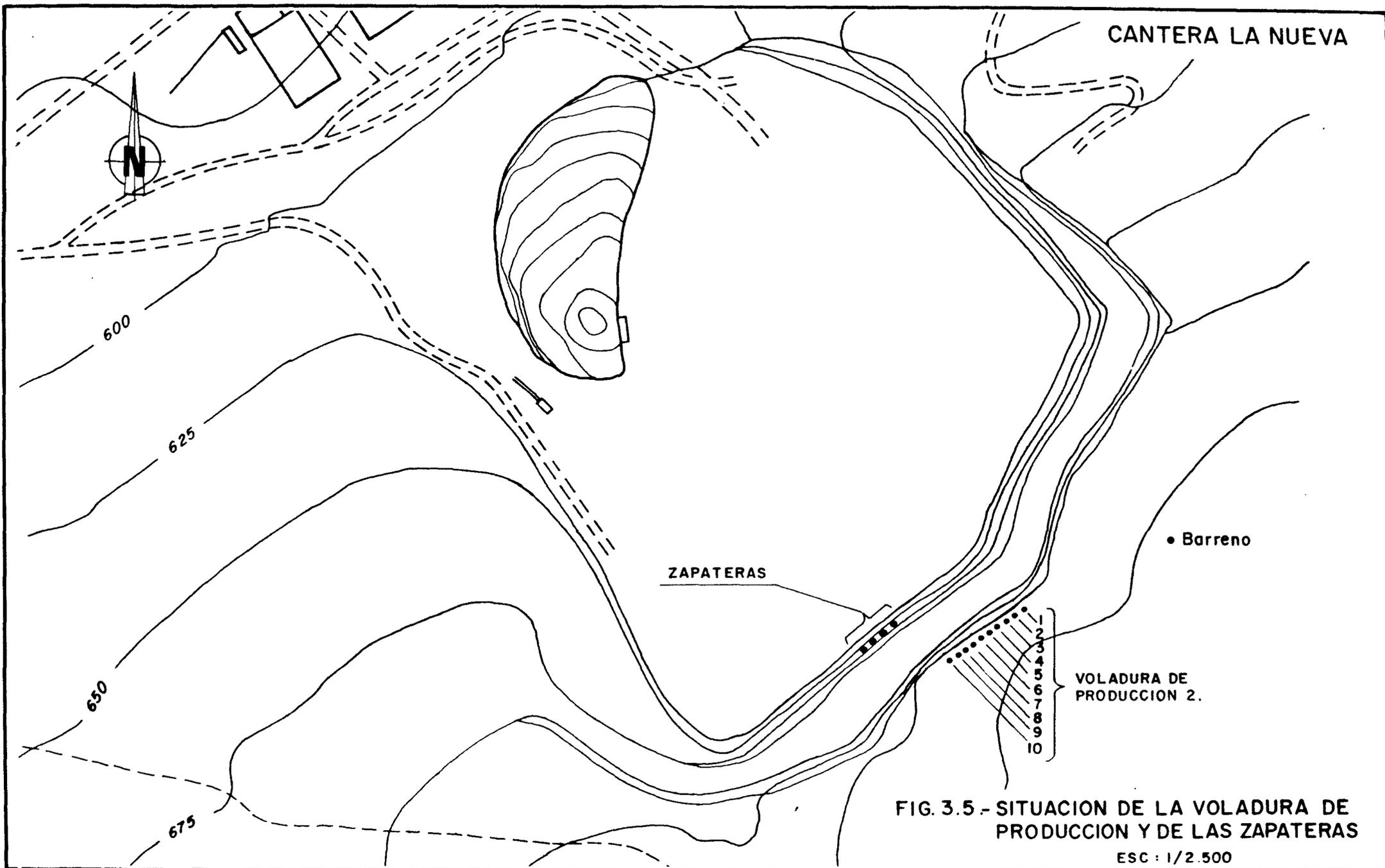


FIG. 3.5.- SITUACION DE LA VOLADURA DE PRODUCCION Y DE LAS ZAPATERAS  
ESC : 1/2.500

La piedra era de 5 m y el espaciamiento también de 5 m.

Los puntos de medida para el equipo B&K (b) fueron los mismos, situando el equipo A en Tiebas, con los siguientes puntos de medida:

<u>ESTACION</u>	<u>MEDIDA</u>	<u>SITUACION</u>
E1 B	COMPONENTE VERTICAL	En Tiebas, casa del secretario del Ayuntamiento en la citada localidad.
E2 B	TRIAXIAL	En Tiebas en la base del tabique del Hogar del Pensionista.
E3B	COMPONENTE VERTICAL Y HORIZONTAL	En Tiebas, en el lavadero.
E4B	COMPONENTE VERTICAL	En Tiebas, en un muro de separación de fincas.
E5B	COMPONENTE VERTICAL	En Tiebas, en el bordillo de la acera frente a una caja singular, antigua y con escudos nobiliarios en su fachada.

La relación geométrica entre los puntos de las voladuras y los puntos de medición se representan en el cuadro 3.3.

En la fig. 3.6 se representa la situación de las estaciones de medida del equipo B.

La voladura de zapateras estaba situada en la base del primer banco y constituida por 11 barrenos, uno de 9 m y el resto de 3 a 5 m. La denotación se hizo con mecha lenta y la carga era de 150 Kg de nagolita e instantánea, con lo que puede estimarse una carga de 97,5 Kg de equivalente Goma Pura.

La relación geométrica entre los puntos de voladura y de medición (fig. 3.6) se representa en el Cuadro 3.4.

CUADRO Nº 3.3.

VOLADURA DE PRODUCCION 2 - CANTERA LA NUEVA

PEGA	CARGA (GOMA PURA)	DISTANCIA (m)					
		E <sub>B</sub>	E <sub>1B</sub>	E <sub>2B</sub>	E <sub>3B</sub>	E <sub>4B</sub>	E <sub>5B</sub>
1	185,7	272	924	906	908	926	964
2	185,7	270	920	902	905	924	962
3	185,7	268	918	900	903	922	958
4	185,7	266	914	896	900	918	956
5	185,7	264	912	894	898	916	950
6	185,7	264	910	890	896	914	948
7	185,7	262	906	888	894	912	944
8	185,7	260	904	884	890	908	940
9	185,7	260	900	880	888	906	938
10	185,7	258	896	878	886	904	934

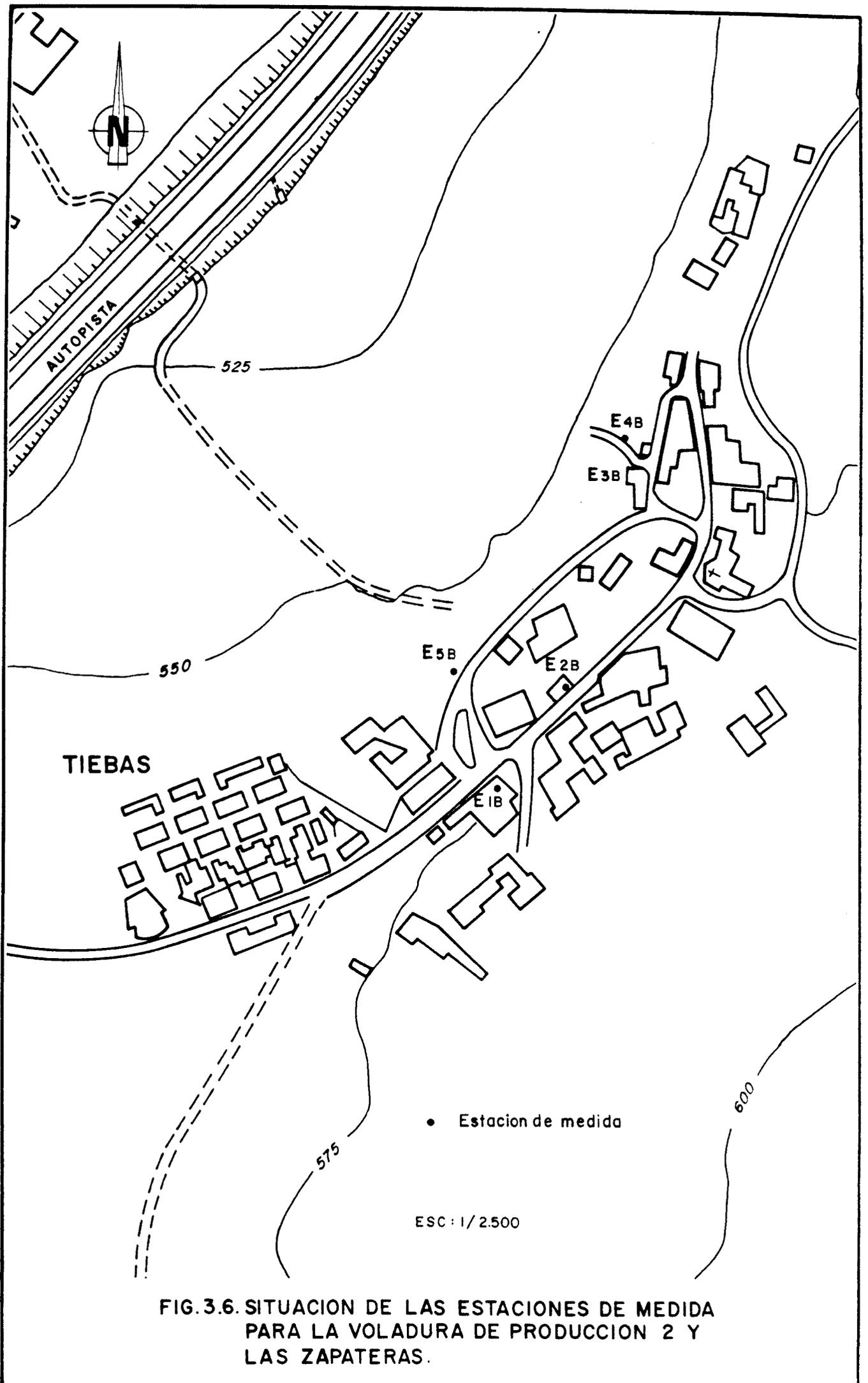


FIG. 3.6. SITUACION DE LAS ESTACIONES DE MEDIDA PARA LA VOLADURA DE PRODUCCION 2 Y LAS ZAPATERAS.

CUADRO Nº 3.4.

VOLADURAS DE PRUEBA - CANTERA MURUARTE DE RETA

PEGA	CARGA (GOMA PURA)	DISTANCIA (m)								
		E <sub>b</sub>	E <sub>0A</sub>	E <sub>1A</sub>	E <sub>2A</sub>	E <sub>1B</sub>	E <sub>2B</sub>	E <sub>3B</sub>	E <sub>4B</sub>	E <sub>5B</sub>
1	8,5	170	1164	1120	1160					
2	8,5	176	1150	1110	1150					
3	8,5	182	1138	1098	1128					
4	8,5	174	1100	1058	1090					
5	8,5	154	1056	1018	1050					
6	8,5	144	1018	1978	1010					
7	7,8	164				1014	1060	1164	1184	1076
8	7,8	166				1034	1082	1188	1208	1098
9	7,8	172				1054	1102	1210	1228	1116
10	7,8	162				1048	1098	1208	1204	1108
11	7,8	144				1024	1078	1190	1208	1090
12	7,8	130				1004	1056	1218	1184	1064

b) Cantera "Muruarte de Reta" Echauri-Tiebas.

Para el estudio de las vibraciones producidas por esta cantera se han realizado medidas en dos voladuras de producción y 12 voladuras de prueba.

En la fig. 3.7. se representa la situación de las voladuras de prueba en el circo de cantera.

Los datos geométricos de estas voladuras han sido:

<u>VOLADURA</u>	<u>BARRENO</u>	<u>LONGITUD(m)</u>	<u>CARGA (Kg)</u>	<u>EQ. (GOMA PURA)</u>
1	1	15	10	8,5
2	2	15	10	8,5
3	3	15	10	8,5
4	4	15	10	8,5
5	5	15	10	8,5
6	6	15	10	8,5
7	7	12	10,4	7,8
8	8	12	10,4	7,8
9	9	12	10,4	7,8
10	10	12	10,4	7,8
11	11	12	10,4	7,8
12	12	12	10,4	7,8

El equipo B&K se situó en el circo de cantera, en el interior de la nave de maquinaria (Fig. 3.8).

Las estaciones de medida del equipo A se situaron en Las Campanas y las del equipo B en Tiebas. (Figs. 3.4 y 3.6).

La relación geométrica entre los puntos de las voladuras y los puntos de medición se representan en el cuadro 3.4. La relación de las 6 primeras voladuras se ha hecho respecto a las estaciones situadas en Las Campanas y las 6 restantes, respecto a las estaciones de Tiebas.

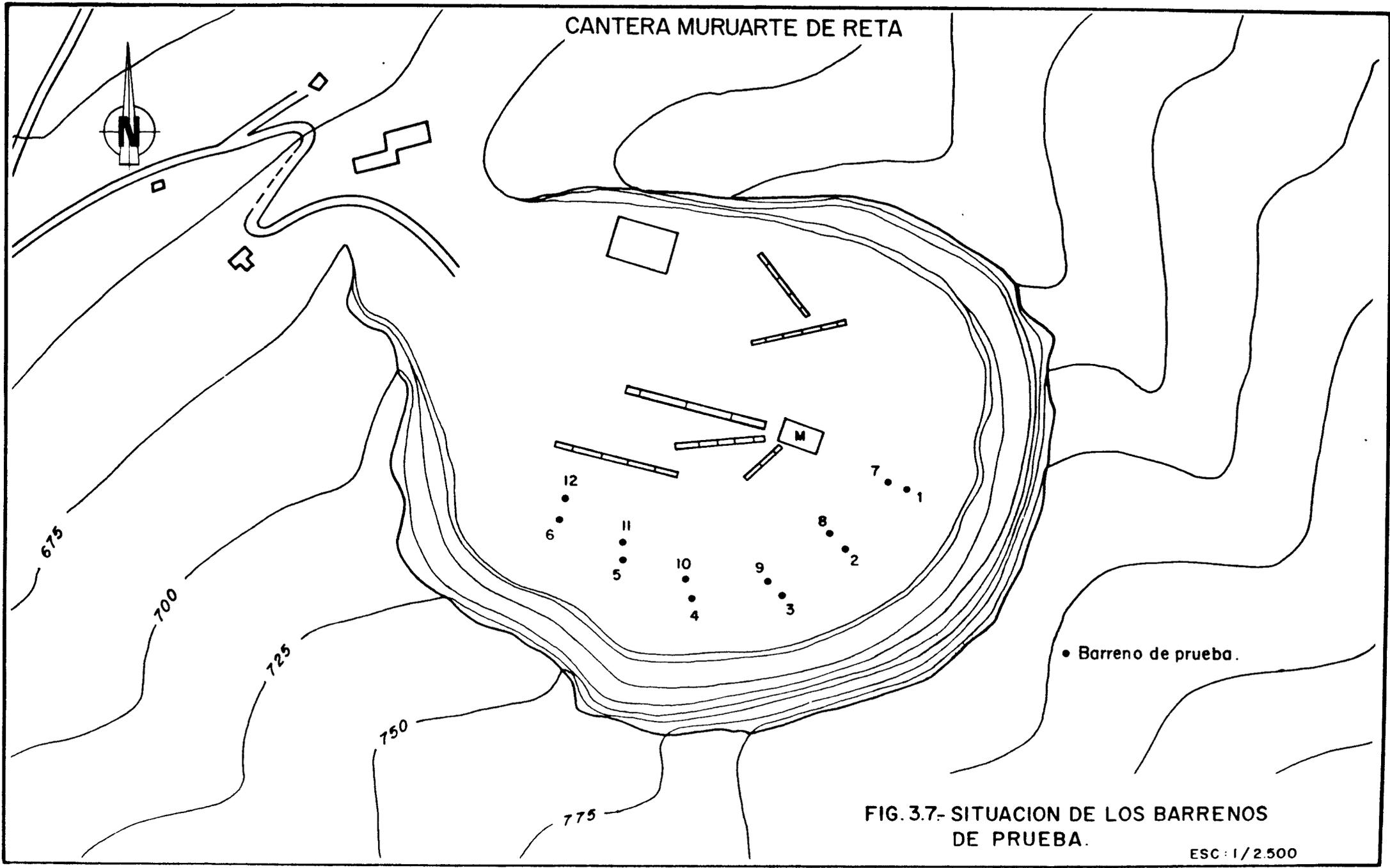


FIG. 37.- SITUACION DE LOS BARRENOS DE PRUEBA.

ESC: 1/2.500

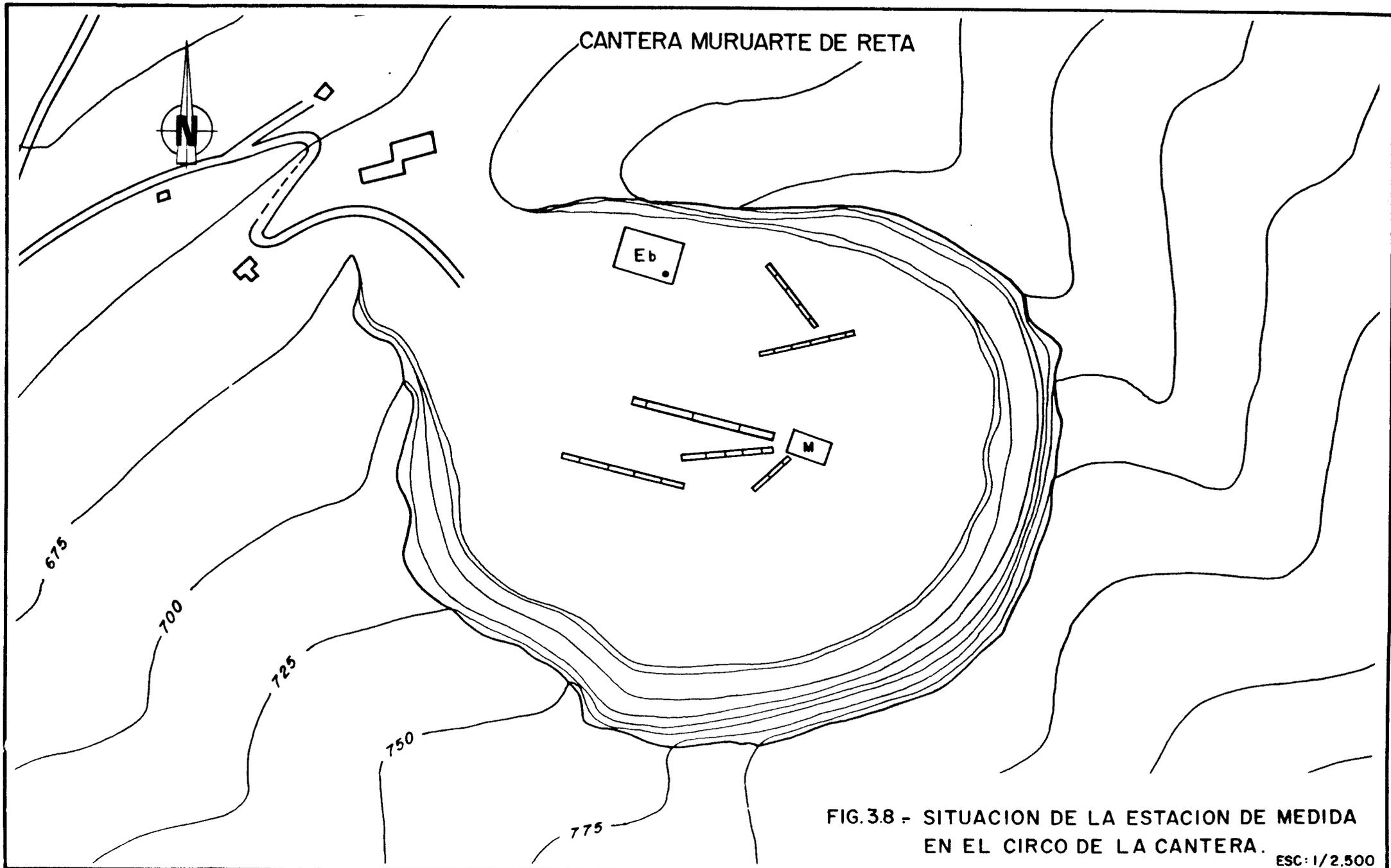


FIG.38 - SITUACION DE LA ESTACION DE MEDIDA EN EL CIRCO DE LA CANTERA.

ESC: 1/2.500

La voladura de producción 1, localizada en el banco inferior, - estaba constituida por 5 barrenos con las siguientes características geométricas y de detonación:

<u>BARRENO</u>	<u>LONGITUD (m)</u>	<u>CARGA</u>	
		<u>( Kg Goma Pura)</u>	<u>Nº DETONADOR (MICROR.)</u>
1	75	311,2	0
2	75	311,2	1
3	75	311,2	2
4	75	311,2	3
5	75	311,2	4

La piedra y el espaciamiento es del orden de 5,50 m y además 14 zapateras con una longitud de 11 a 12 m con carga de 60 Kg de nagolita por barreno y agrupadas en cinco grupos, cada grupo con un detonador de los números 5, 6, 7, 8 y 9. La carga instantánea es por tanto de 100 Kg de equivalente de goma pura.

La situación de la voladura de producción 1 en el frente de cantera se representa en la fig. 3.9.

El equipo B y K(b) se situó en el circo de la cantera y el equipo A en Las Campanas. (Fig. 3.4 y 3.8).

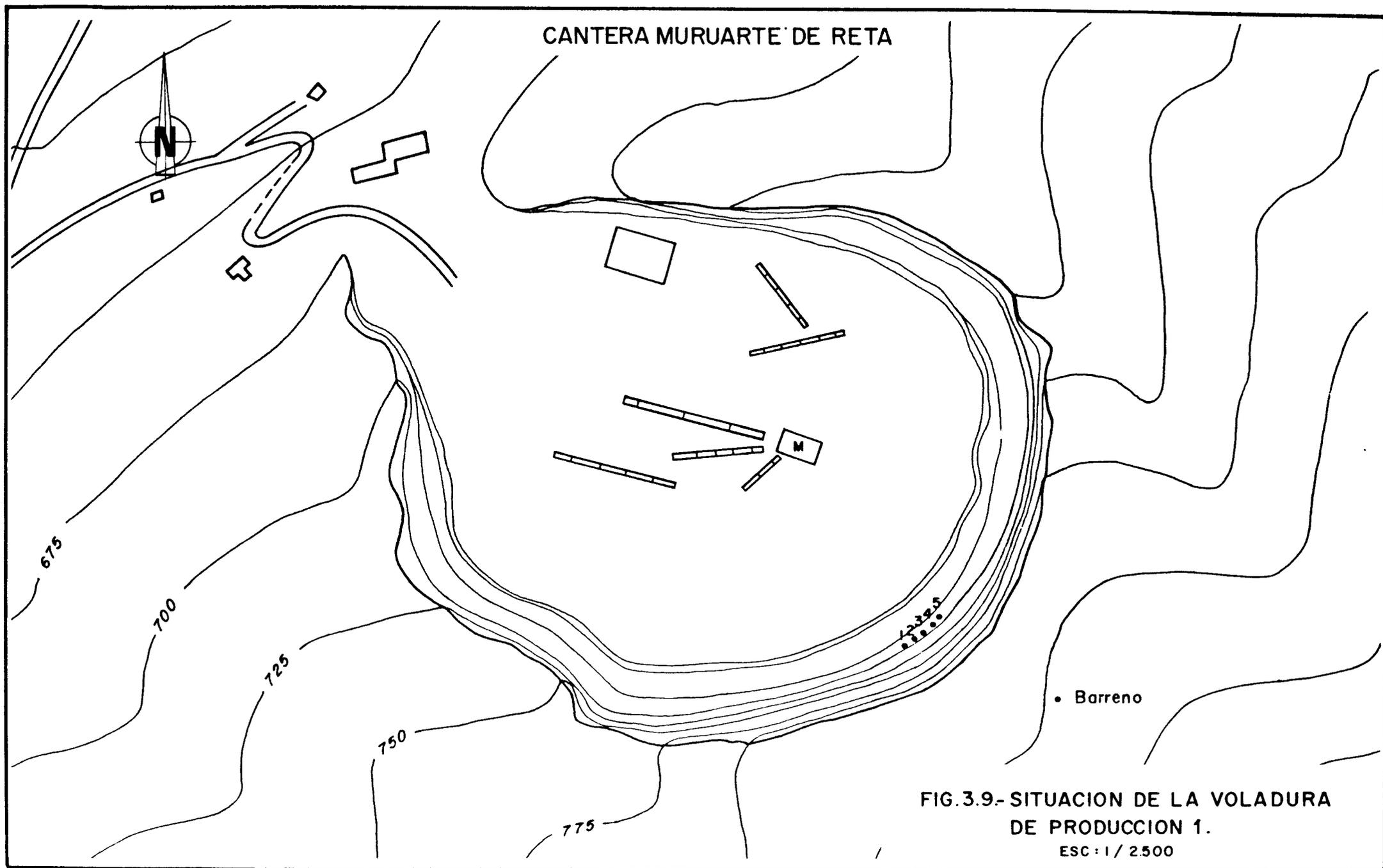
La relación geométrica entre los puntos de las voladuras y los puntos de la medición se representan en el cuadro 3.5.

La voladura de producción 2 estaba constituida por 6 barrenos con las siguientes características geométricas y de detonación:

CUADRO Nº 3.5.

VOLADURA DE PRODUCCION 1 - CANTERA MURUARTE DE RETA

PEGA	CARGA (GOMA PURA)	DISTANCIA (m)			
		E <sub>b</sub>	E <sub>0A</sub>	E <sub>1A</sub>	E <sub>2A</sub>
1	311,2	230	1200	1160	1194
2	311,2	230	1202	1162	1196
3	311,2	228	1204	1164	1198
4	311,2	228	1206	1166	1200
5	311,2	228	1208	1168	1202



CANTERA MURUARTE DE RETA

FIG.3.9.- SITUACION DE LA VOLADURA DE PRODUCCION 1.  
ESC : 1 / 2.500

<u>BARRENO</u>	<u>LONGITUD (m)</u>	<u>CARGA</u>	
		<u>(Kg Goma Pura)</u>	<u>Nº DETONADOR (MICROR.)</u>
1	50	210	0
2	50	210	1
3	50	210	2
4	50	210	3
5	50	210	4
6	50	210	5

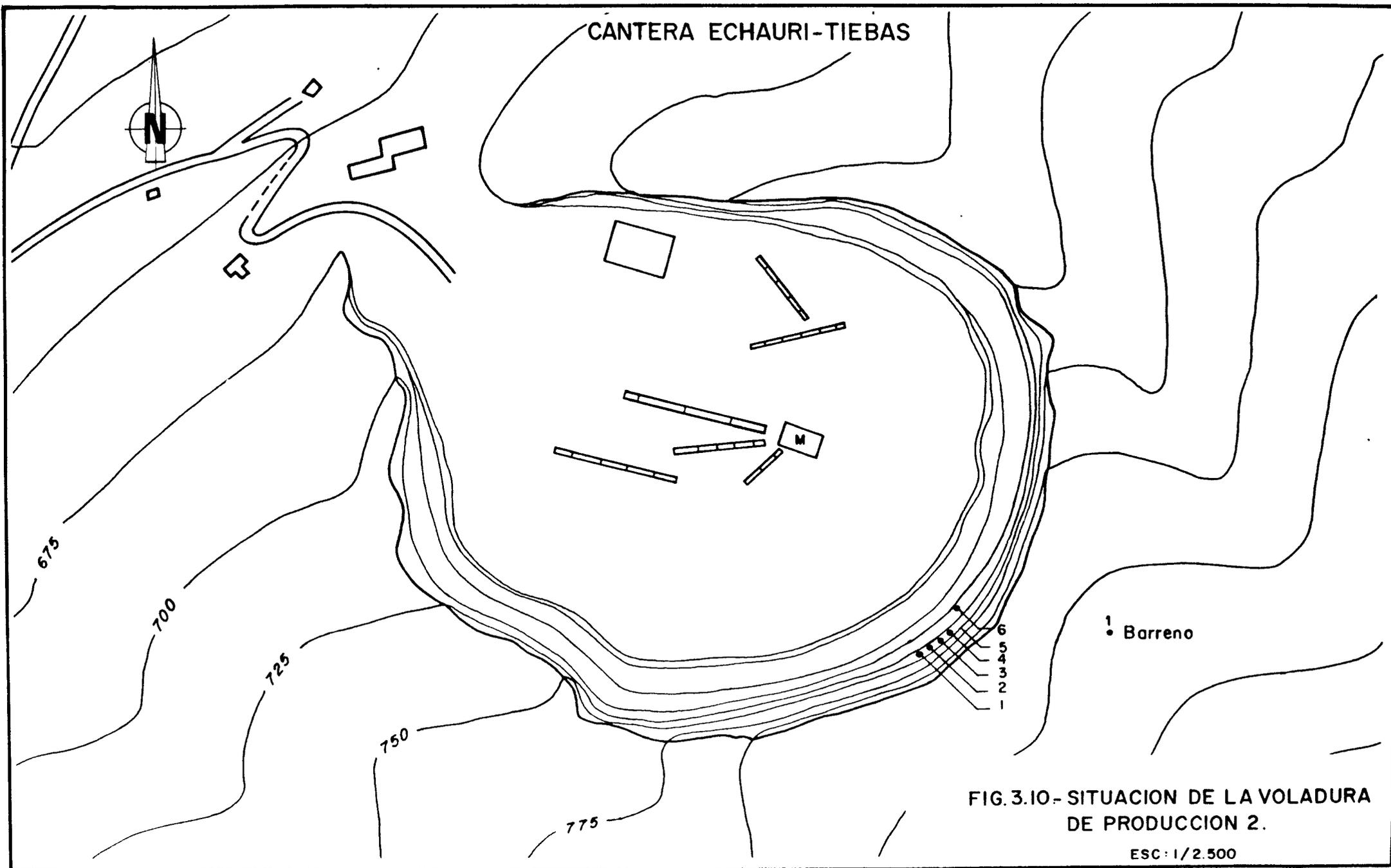
En la misma voladura se sacaron además 14 zapateras de 10 m de longitud con carga total de 750 Kg de nagolita, agrupados en seis grupos cada uno con un retardo, con lo que la carga instantánea detonada era del orden de 100 Kg en equivalente de goma pura.

En ambas voladuras de producción no se ha considerado la onda debida a las zapateras ya que la energía vibratoria transmitida por estas es muy baja por la falta del retacado. Por esta misma causa, las zapateras si darán una mayor onda aérea.

La situación de la voladura de producción 2 en el frente de cantera, se representa en la fig. 3.10.

Se situó el equipo B y K (b) en el circo de cantera (Fig. 3.8) y el equipo B en Tiebas (fig. 3.6).

La relación geométrica entre los puntos de las voladuras y los puntos de medición se representan en el cuadro 3.6.



CANTERA ECHAURI-TIEBAS

• Barreno

FIG. 3.10.- SITUACION DE LA VOLADURA DE PRODUCCION 2.

ESC: 1/2.500

CUADRO Nº 3.6.

VOLADURA DE PRODUCCION 2 - CANTERA MURUARTE DE RETA

PEGA	CARGA (GOMA PURA)	DISTANCIAS (m)								
		E <sub>b</sub>	E <sub>1B</sub>	E <sub>2B</sub>	E <sub>3B</sub>	E <sub>4B</sub>	E <sub>5B</sub>			
1	210	236	1100	1147	1252	1268	1162			
2	210	237	1098	1144	1248	1266	1160			
3	210	238	1096	1142	1246	1264	1158			
4	210	237	1092	1138	1240	1260	1154			
5	210	236	1088	1132	1238	1256	1152			
6	210	232	1083	1128	1232	1250	1146			

#### 4. INTERPRETACION DE LAS MEDIDAS

En los siguientes epígrafes se analizan los resultados obtenidos en la medición, estudiando separadamente los correspondientes a la Cantera "La Nueva", apartado 4.1, a los correspondientes a la Cantera "Muruarte de Reta", apartado 4.2.

##### 4.1. Vibraciones por voladuras en la Cantera La Nueva

El resumen de los valores medidos en parámetro de velocidad de partícula para las dos voladuras de producción y las 5 pruebas captadas se representa en el Cuadro 4.1. Como puede verse, en el cuadro se representa la denominación de la voladura, la distancia a escala (distancia/carga instantánea detonada 1/2) al punto de medición y los valores de velocidad de partícula vertical y horizontal, ésta última obtenida componiendo vectorialmente las velocidades horizontales longitudinal y transversal.

Si representamos en un gráfico doblemente logarítmico (fig. 4.1) los puntos representativos de los valores medidos en las voladuras de producción, puede obtenerse la siguiente ley de correlación:

$$v = 166 \times \left( \frac{D}{\sqrt{Q}} \right)^{-1,30}$$

siendo:

v : velocidad de partícula en mm/seg.

D : distancia en m.

Q : Carga instantánea en equivalente de goma pura en Kg.

Con un coeficiente de correlación de

$$r = 0,92$$

CANTERA LA NUEVA.

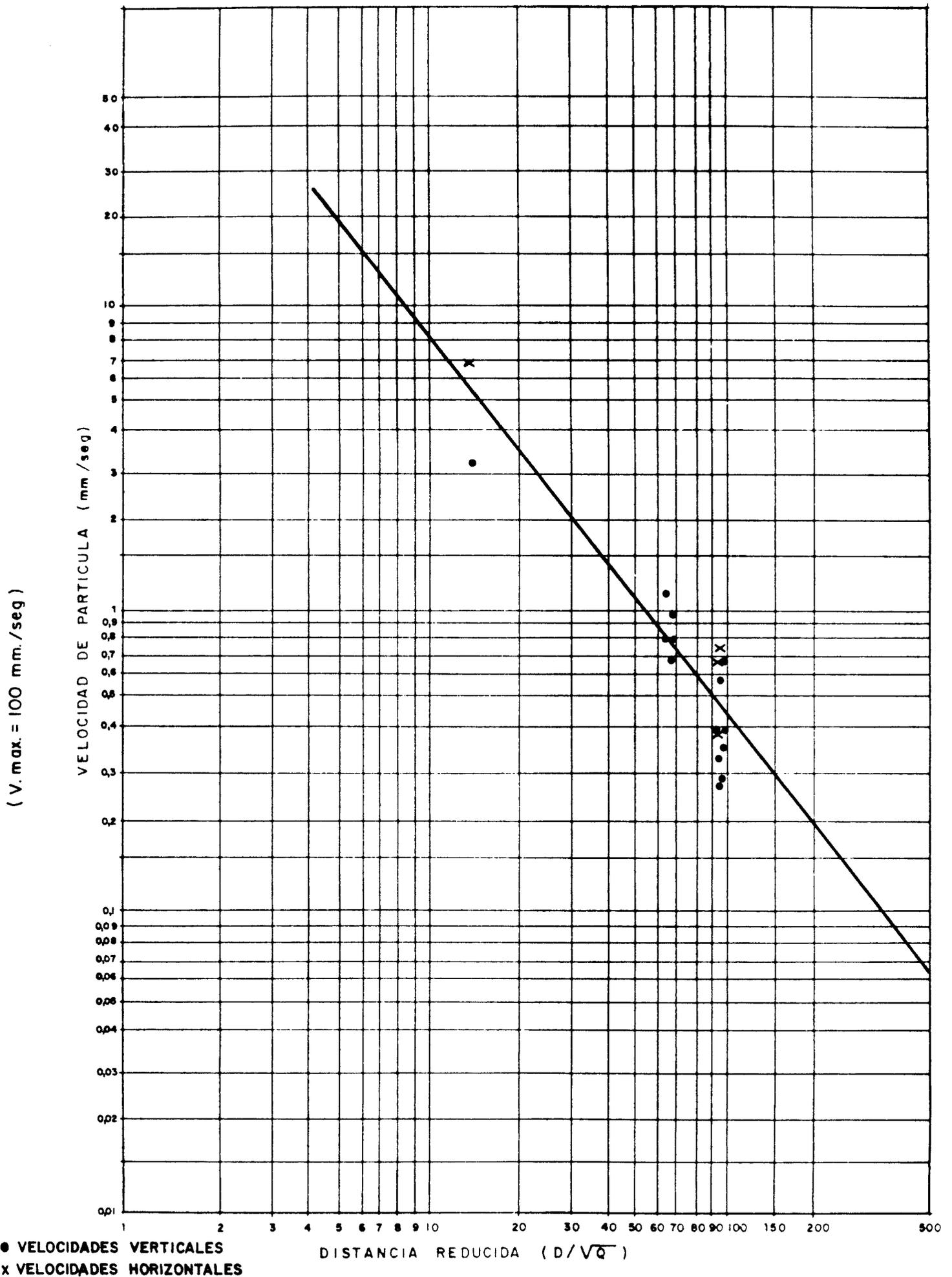


FIG. 4.1.- LEY DE PROPAGACION DE LA VELOCIDAD DE PARTICULA EN LAS VOLADURAS DE PRODUCCION

Con lo que el ajuste de la correlación es bastante bueno.

Esta ley de propagación corresponde a las voladuras de producción, esto es, con frente libre y además en el banco superior y a las zapateras dadas en la base del frente inferior.

Como es sabido, en el caso de voladuras con frente libre en las que parte de la energía se emplea en el arranque, la energía de vibración es menor que en el caso de voladuras confinadas de la misma carga.

Asímismo, la vibración hacia el frente abierto de la cantera es menor en el caso de voladuras en el banco superior que en el del banco inferior.

Aunque las zapateras están relativamente confinadas, el no estar retacadas hace que la energía vibratoria transmitida al terreno sea baja. Por la misma razón, en cambio, la energía de onda aérea es mayor.

Esta ley de propagación por tanto es representativa de las voladuras en el banco superior en las que además el arranque sea el previsto, y por tanto no es una cota superior de las vibraciones previsibles.

Para situaciones en que las voladuras sean en otras condiciones geométricas y con otros resultados en cuanto al arranque, y por tanto en el porcentaje de energía transmitida, se admite la hipótesis de que la pendiente de la ley de propagación es la misma y que por tanto solo varía del parámetro "K", con lo que la ley será del tipo:

CANTERA LA NUEVA

<u>VOLADURA</u>	<u>DISTANCIA A ESCALA</u>	<u>Vv (mm/seg)</u>	<u>VH (mm/seg)</u>
Prod.1	95,35	0,294	0,716
"	93,99	0,287	0,380
"	98,01	0,358	-
"	14,63	3,187	6,84
Prod. 2	66,76	0,692	-
"	65,44	1,12	-
"	65,81	0,785	-
"	67,13	0,985	-
"	69,62	0,791	-
Zapateras	92,2	0,399	-
	90,3	0,388	0,621
	90,8	0,327	-
	92,7	0,579	-
	96,1	0,675	-
Prueba 1	107,36	2,70	2,20
"	96,93	0,55	2,30
"	116,56	0,81	-
"	46,42	7,88	7,62
Prueba 2	109,4	0,79	0,95
"	108,0	0,25	0,57
"	124	0,52	-
"	57,7	1,014	2,59
Prueba 3	124,5	0,518	0,68
"	112,9	0,166	0,377
"	132,5	0,183	-
"	58,3	1,631	2,62

<u>VOLADURA</u>	<u>DISTANCIA A ESCALA</u>	<u>Vv (mm/seg)</u>	<u>VH (mm/seg)</u>
Prueba 4	118,4	0,952	1,173
"	106,7	0,363	0,69
"	126,4	0,617	
"	54,6	2,015	3,286
Prueba 5	96,05	0,20	0,22
"	80,96	0,11	0,27
"	99,5	0,15	
"	26,07	0,977	1,30

**CUADRO 4.1.- MEDIDAS DE VELOCIDAD EN LA  
CANTERA LA NUEVA.**

$$v = K \cdot \left(\frac{D}{\sqrt{Q}}\right)^{-1,30}$$

El valor de k puede obtenerse por correlación para cada una de las voladuras de prueba realizadas.

Puede objetarse que las voladuras de prueba eran confinadas y que por tanto la energía de vibración es mayor que la transmitida en las voladuras con frente libre, por lo que estas leyes son muy del lado de la seguridad.

Esto va a ser cierto en general para la mayoría de las voladuras que se realicen en la cantera durante su producción. Sin embargo, en alguna voladura, que por su situación en esquina o en una forma geométrica de mayor confinamiento, no se produzca el arranque o éste sea incompleto ( en teoría basta con que no arranque un solo barreno), van a producirse niveles de vibración muy similares a los correspondientes a voladuras confinadas, por lo que estas leyes son válidas de cara a determinación de límites de prevención y cargas máximas admisibles.

Siguiendo esta metodología, para cada una de las zonas representadas por los barrenos de prueba realizados resultarían las leyes:

- Prueba 1

$$v = 1300 \times \left(\frac{D}{\sqrt{Q}}\right)^{-1,30}$$

- Pruebas 2 y 3

$$v = 441 \times \left(\frac{D}{\sqrt{Q}}\right)^{-1,30}$$

- Prueba 4

$$v = 705 \times \left(\frac{D}{\sqrt{Q}}\right)^{-1,30}$$

- Prueba 5

$$v = 94 \times \left(\frac{D}{\sqrt{Q}}\right)^{-1,36}$$

En la prueba 6 los valores medidos a distancias a escala del orden

CANTERA LA NUEVA

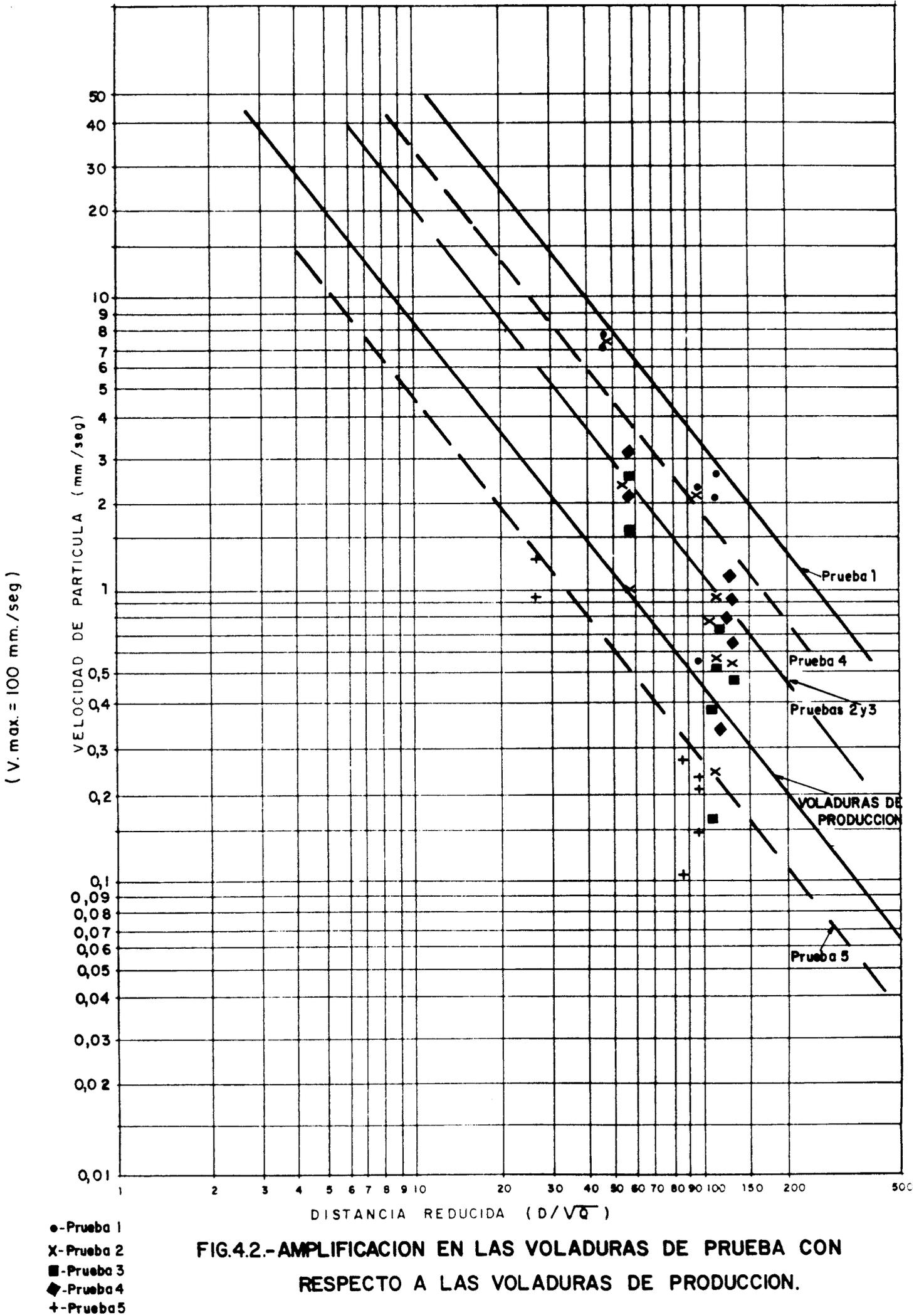


FIG.4.2.-AMPLIFICACION EN LAS VOLADURAS DE PRUEBA CON RESPECTO A LAS VOLADURAS DE PRODUCCION.

de 100, fueron prácticamente imperceptibles con lo que la ley de propagación será muy inferior incluso a la definida en la prueba 5.

En virtud de estos valores y de los condicionantes geológicos puede realizarse la zonificación geotécnica del frente de cantera como se representa en la fig. 4.3.

La Zona 1 corresponde al área al otro lado de la falla que cruza el frente de cantera. Para esta zona puede estimarse una ley del tipo:

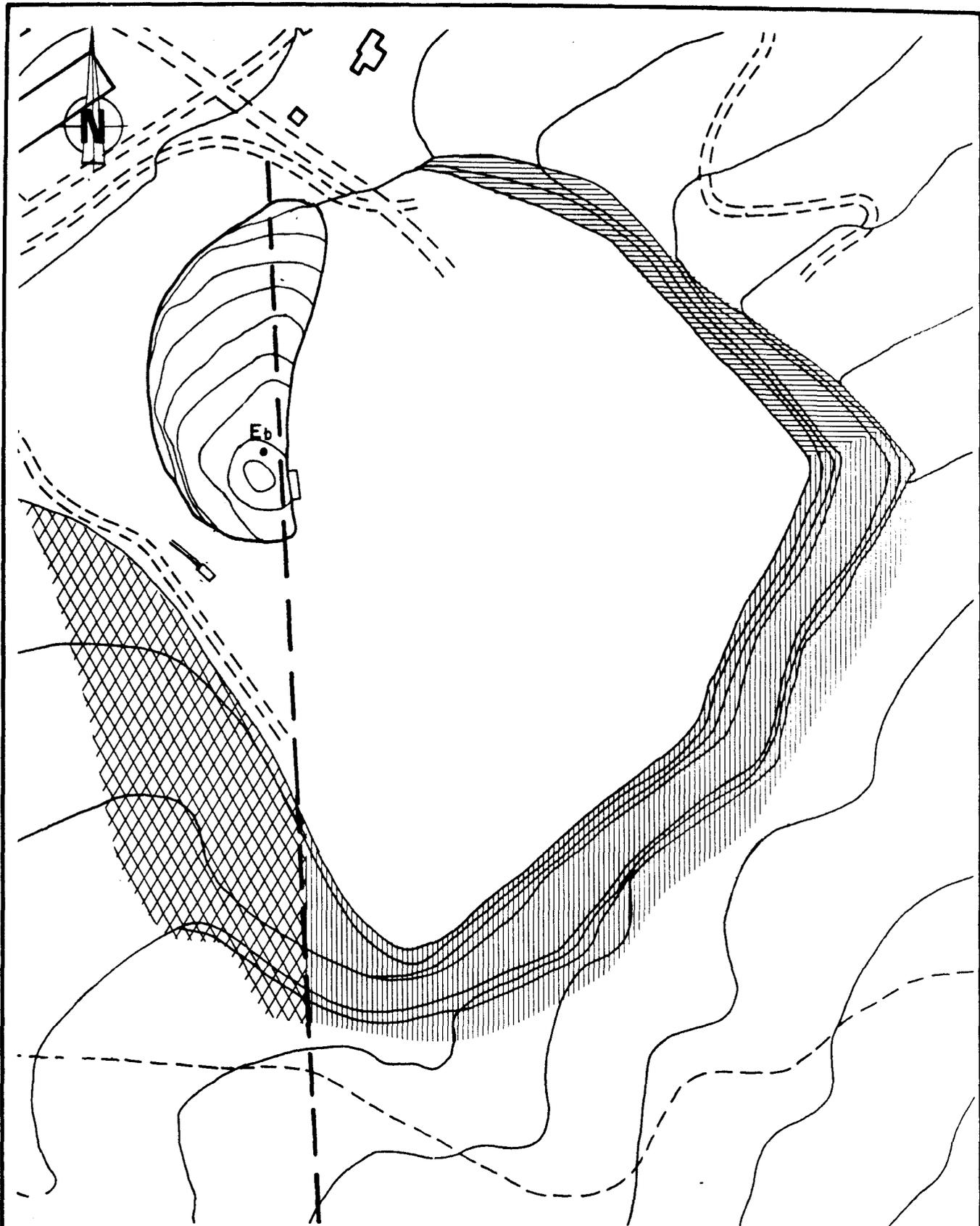
$$v = 1.300 \times \left( \frac{D}{\sqrt{Q}} \right)^{-1,30}$$

La transmisión de energía vibratoria en esta zona muy localizada y poco importante dentro del frente de cantera en la dirección del valle es mayor que en el resto de la cantera en que parte de la energía se amortigua en la falla.

Es recomendable por tanto, reducir en lo posible la explotación de esta zona, salvo lo necesario para el mantenimiento de la forma geométrica de la cantera.

La zona 2 representa la casi totalidad del frente de cantera, y puede optarse una ley del tipo:

$$v = 700 \times \left( \frac{D}{\sqrt{Q}} \right)^{-1,30}$$



ZONA 1  $V = 1300 \left( \sqrt{\frac{D}{Q}} \right)^{-1,30}$

ESC - 1/2.500



ZONA 2  $V = 700 \left( \sqrt{\frac{D}{Q}} \right)^{-1,30}$



ZONA 3  $V = 100 \left( \sqrt{\frac{D}{Q}} \right)^{-1,30}$

FIG. 4.3- ZONIFICACION DEL FRENTE DE CANTERA SEGUN LA TRANSMISIVIDAD DINAMICA. CANTERA LA NUEVA.

Que queda del lado de la seguridad, aunque en zonas de calizas más margosas la ley pueda ser de menor coeficiente.

La Zona 3 representa la última zona del frente de cantera y una ley de propagación admisible sería:

$$v = 100 \times \left( \frac{D}{\sqrt{Q}} \right)^{-1,36}$$

#### 4.2. Vibraciones por voladuras en la Cantera "MURUARTE DE RETA"

El resumen de los valores medidos en parámetros de velocidad de partícula para las dos voladuras de producción y las doce pruebas captadas se representa en el Cuadro 4.2.

Si representamos en un gráfico doblemente logarítmico (fig. 4.4.) los puntos representativos de los valores medidos en las voladuras de producción, puede obtenerse la siguiente ley de correlación:

$$v = 143 \times \left( \frac{D}{\sqrt{Q}} \right)^{-1,36}$$

siendo:

v = velocidad de partícula en mm/seg.

D = distancia en m.

Q = carga instantánea detonada en Kg de equivalente goma pura.

Como en el caso de la Cantera La Nueva puede estudiarse la variación en la ley según las pruebas realizadas como puede verse en la fig. 4.5.

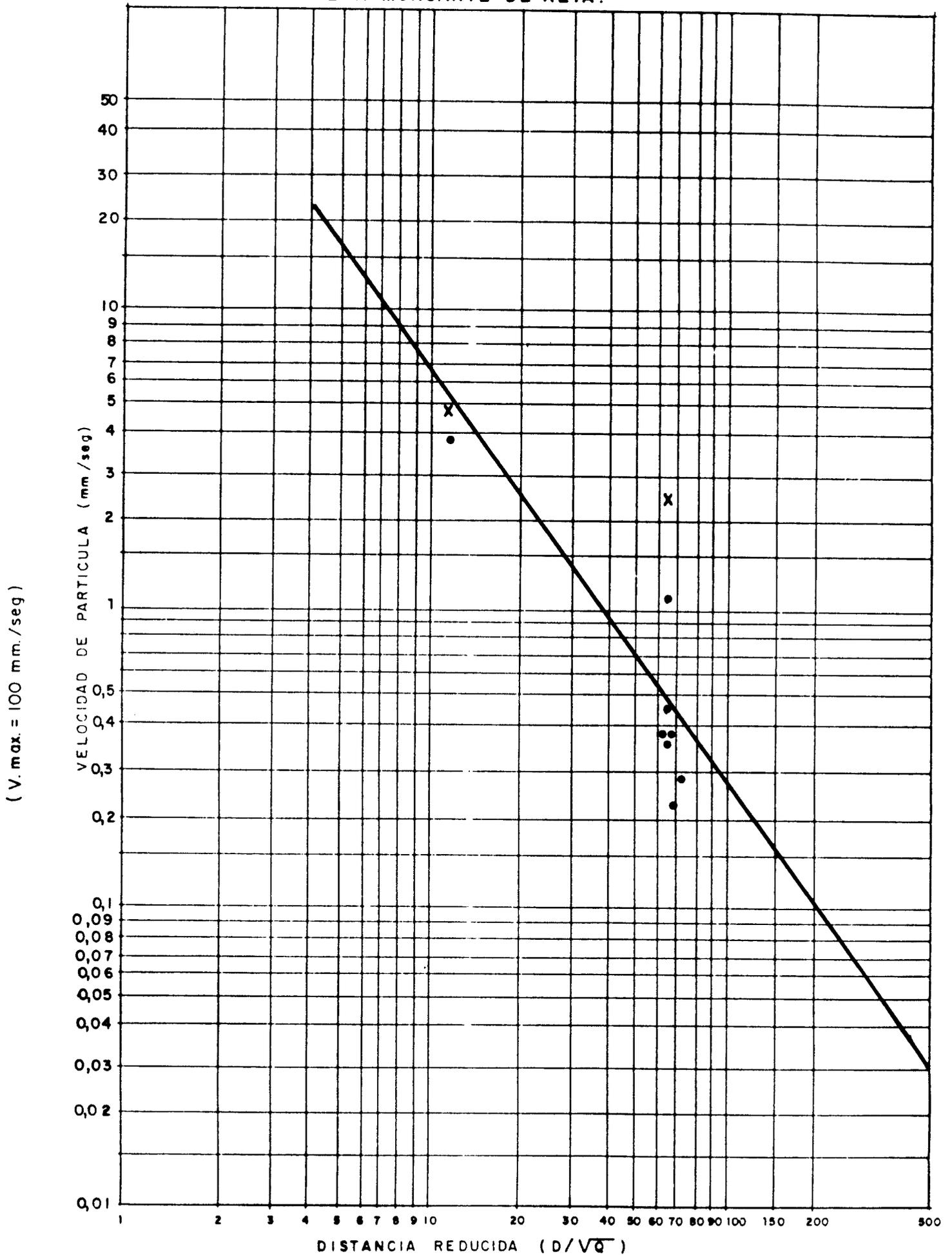
Como puede verse la dispersión de las medidas para cada par de barrenos situados próximos ( $\sim 10$  m) es mayor que en la otra cantera, aunque la dispersión total de las leyes de propagación es menor.

CANTERA "MURUARTE DE RETA" DE ECHAURI-TIEBAS

<u>VOLADURA</u>	<u>DISTANCIA A ESCALA</u>	<u>Vv (mm/seg)</u>	<u>Vh (mm/seg)</u>
Prod. 1	68,25	0,563	1,033
"	65,98	0,321	0,459
"	67,91	0,470	
"	12,98	3,88	4,87
Prod. 2	61,63	0,375	
"	64,17	0,378	2,47
"	70,09	0,219	
"	71,05	0,279	
"	65,13	0,373	
Prueb. 1	58,4	1,61	2,53
Prueb. 2	60,5	0,45	0,94
Prueb. 3	62,5	0,60	0,77
Prueb. 4	59,8	0,49	1,03
Prueb. 5	52,9	0,27	0,085
Prueb. 6	49,5	0,27	0,074
Prueb. 7	58,72	1,08	1,82
Prueb. 8	59,44	0,542	1,01
Prueb. 9	61,0	0,309	1,14
Prueb. 10	58,0	0,479	0,697
Prueb. 11	51,6	0,55	1,54
Prueb. 12	46,5	2,24	0,452

CUADRO 4.2.

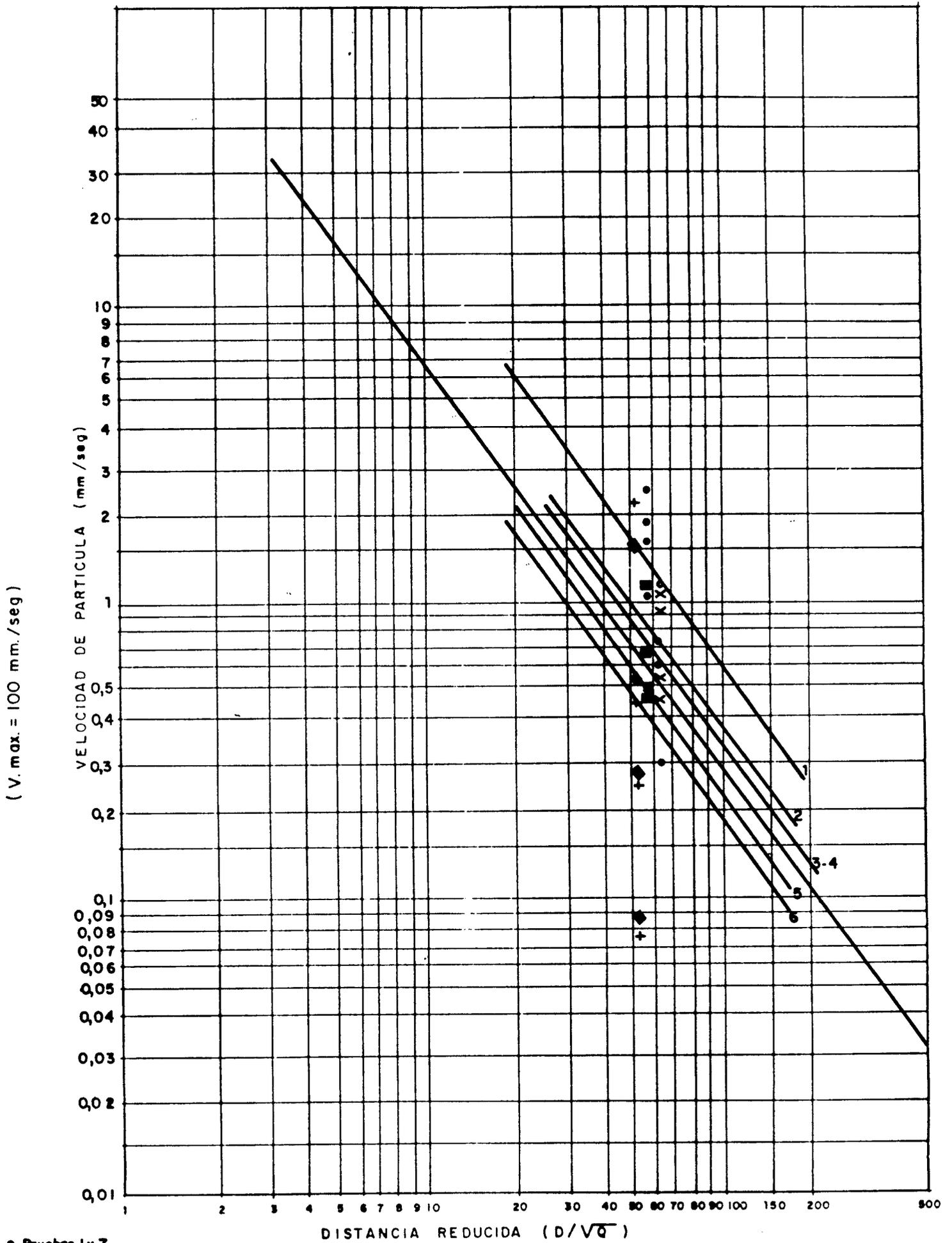
CANTERA MURUARTE DE RETA.



• - Velocidad vertical.  
 X - Velocidad horizontal.

FIG. 4.4.- LEY DE PROPAGACION DE VELOCIDADES EN LAS VOLADURAS DE PRODUCCION.

CANTERA MURUARTE DE REJA.



- Pruebas 1y7
- X-Pruebas 2y8
- Pruebas 3y9
- Pruebas 4y10
- ◆-Pruebas 5y11
- + -Pruebas 6y12

FIG.4.5.-AMPLIFICACION EN LAS VOLADURAS DE PRUEBA CON RESPECTO A LAS VOLADURAS DE PRODUCCION.

Así, la ley de propagación más desfavorable sería:

$$v = 350 \times \left( \frac{D}{\sqrt{Q}} \right)^{-1,36}$$

Y la más favorable:

$$v = 100 \times \left( \frac{D}{\sqrt{Q}} \right)^{-1,36}$$

En este caso por tanto, es innecesario el zonificar la cantera, pudiendo adoptarse una ley:

$$v = 350 \times \left( \frac{D}{\sqrt{Q}} \right)^{-1,36}$$

Que queda del lado de la seguridad de acuerdo con las mediciones realizadas.

## 5. LIMITE DE PREVENCIÓN

Como cita la Norma ITC-MIE-S.M. 10.3.01 de Marzo de 1986 puede admitirse cualquier límite de prevención de los usualmente utilizados en la bibliografía internacional siempre que se justifique que las condiciones en que se ha obtenido este límite en lo referente a tipos de voladuras y de edificios son similares a las del caso concreto en estudio.

En principio los criterios del V.S. Bureau of Mines, tanto el publicado en el R.I. 656 (1971) como en el R.I. 8507 (1980), presentan para su aplicación el inconveniente de que los tipos de edificios corresponden a viviendas residenciales de Estados Unidos muy diferentes a las casas rústicas europeas. En efecto, en el tipo de vivienda residencial de Estados Unidos el nivel de prefabricación es mucho mayor, así como el empleo de materiales más flexibles en las estructuras y cerramientos (maderas tratadas, paneles de cerramiento, etc.). Este tipo de construcción es muy diferente y mucho menos sensible frente a las vibraciones que la vivienda rústica tipo en España, con muros portantes y cerramientos en ladrillo, zunchado perimetral, etc, esto es, mucho más rígida y más fácilmente agrietable por efectos dinámicos.

En el criterio del R.I. 656 se fija el límite de 50 mm/seg en velocidad de partícula, con lo que la probabilidad de daños se reduce a menos del 5%. En la actualidad este límite se considera muy elevado, considerando además que en la práctica habitual de voladuras no puede admitirse una probabilidad de daños del 5%.

El criterio del R.I. 8507 se refiere a vibraciones en áreas residenciales producidas por voladuras en minas de carbón a cielo abierto. Se reduce sensiblemente el nivel máximo de vibración considerando la diferencia entre los espectros frecuenciales de las voladuras de construcción, canteras y cortas mineras de carbón.

Por las propias diferencias en los espectros que este mismo criterio cita, no puede considerarse aplicable para voladuras en cantera.

El criterio de la Norma DIN 4150 es el más ampliamente utilizado en Europa, aunque algunos autores le consideran muy conservador. En cualquier caso, con la experiencia existente en la aplicación del método, puede deducirse que aplicando este criterio no hay problemas de daños, mientras que si se superan los límites recomendados pueden producirse daños en algún caso.

El parámetro representativo de la posibilidad de daño se considera que es la velocidad de partícula. El valor máximo depende del tipo de estructura y del valor de la frecuencia dominante. Aunque inicialmente el parámetro era la velocidad total, obtenida componiendo algebraicamente las tres componentes, posteriormente ha sido modificado , tratándose independientemente la componente horizontal de la vertical.

La tabla de los límites de prevención se representa en el siguiente cuadro:

MAXIMA VELOCIDAD DE PARTICULA EN mm/seg				
Tipo de edificio	Cimiento			Forjados Todas las frecuencias
	Frecuencia			
	< 10 Hz	10-50 Hz	50-100 Hz	
1. Edificio público o industrial	20	20 a 40	40 a 50	40
2. Edificios de viviendas o asimilable a vivienda. Edificios con revecos y enlucidos.	5	5 a 15	15 a 20	15
3. Edificios histórico-artísticos o que por su construcción son especialmente sensibles a las vibraciones y no entran en los Grupos 1 y 2.	3	3 a 8	8 a 10	8

Utilizando por tanto este criterio, los tipos de estructuras existentes pueden considerarse de tipo II.

Las frecuencias dominantes varían de 10 a 15 Hz, en casi todas las medidas, por lo que el límite de prevención puede adoptarse del orden de 6 mm/seg.

## 6. CARGAS INSTANTANEAS RECOMENDADAS

De acuerdo con el apartado anterior se fija un límite máximo de vibración de 6 mm/seg.

Las cargas instantáneas máximas detonadas recomendables serán por tanto:

### a) Cantera La Nueva

#### Zona 1

Es la más desfavorable desde el punto de vista de transmisividad dinámica. La distancia a escala para una velocidad de partícula de 6 m/seg es:

$$\frac{D}{\sqrt{Q}} = 62,6$$

Para una distancia media del orden de 950 m, resulta.

$Q_{\max} \approx 200$  Kg de equivalente de Goma Pura en carga instantánea.

#### Zona 2

$\frac{D}{\sqrt{Q}} = 39$  y la carga instantánea máxima para una distancia de 950 m,

se tiene:

$Q_{\max} = 600$  Kg de equivalente de Goma Pura en carga instantánea.

### Zona 3

$$\frac{D}{\sqrt{Q}} = 8,70 \text{ y } Q \text{ max muy por encima de las cargas utilizadas.}$$

Como se ve en las zonas 2 y 3, las cargas admisibles son superiores a las empleadas.

### **b) Cantera "MURUARTE DE RETA"**

$$\frac{D}{\sqrt{Q}} = 10,3 \text{ y } Q_{\text{max}} \text{ muy por encima de las cargas utilizadas.}$$

Como se ve en ambas canteras y en todas las zonas zona 1 salvo en la de La Cantera La Nueva, las cargas máximas deducidas son muy superiores a las habitualmente utilizadas, aunque los criterios de ley de propagación y límite de prevención considerado son bastante restrictivos.

Por tanto y en virtud de las medidas realizadas puede establecerse que no hay ningún problema de vibración en las poblaciones de Tiebas y Las Campanas por efecto de las voladuras en Las Canteras.

## 7. ONDA AEREA

Como se ha visto en los apartados anteriores las cargas instantáneas detonadas admisibles son muy superiores a las habitualmente utilizadas, y por tanto, de las medidas realizadas no se deduce que puedan producirse vibraciones por encima de los límites de prevención.

Sin embargo, en las poblaciones de Tiebas y Las Campanas, hay quejas sobre los efectos de las voladuras sobre las viviendas, y que pueden clasificarse en los siguientes tipos:

- Fuerte vibración en los cristales de las ventanas orientadas hacia las canteras.
- Alguna caída de objetos situados en estanterías sujetas a los tabiques de las viviendas orientadas hacia las canteras.
- Alguna rotura puntual de cerco de la ventana, etc.

Los dos primeros efectos son claramente debidos a la onda aérea, y el último puede achacarse más a defectos estructurales.

Las formas de cantera en circo muy cerrado dan una seguridad mayor frente al riesgo de proyecciones incontroladas, pero dirigen la onda de presión hacia la salida del circo, canalizándola y por tanto, aumentando su intensidad en la dirección de salida.

La intensidad de la onda aérea depende no solo del nivel de carga sino además de factores climatológicos y de geometría de la voladura.

Como factor climatológico de mayor importancia figura la existencia, intensidad y dirección del viento. Este factor no es controlable y no puede predecirse.

Como factores de geometría de la voladura, para disminuir la onda aérea se recomienda:

- Mejorar y controlar la calidad del retacado, incluso si es necesario retacando con yeso.
- Respetar al máximo la altura del retacado.
- Dejar fuera del barrenado la mínima longitud posible de cordón detonante y cubrir éste con tierra.
- Alternar los números de microrretardo, comprobando que con esta medida no se perjudica el arranque.

Otros tipos de medidas como pantallas sónicas mediante muros jardine-  
ra, etc., no parece que puedan llevarse a cabo por su alto costo.

En cualquier caso, debe cuidarse que no se ponga en más de un barrenado el mismo número de retardo.

## 8. CONCLUSIONES

El estudio realizado puede resumirse en los siguientes puntos:

1. Se ha estudiado la transmisión de vibraciones desde las canteras de la Sierra de Alaiz a las poblaciones de Tiebas y Las Campanas (Navarra).
2. Se han instrumentado voladuras de producción y barrenos de prueba en la Cantera La Nueva de Canteras Alaiz y en la Cantera Muruarte de Reta de Canteras Echaury-Tiebas. Ambas canteras por su producción y proximidad a las poblaciones de Tiebas y Las Campanas, son las de mayor interés por sus posibles efectos.
3. Cada voladura instrumentada se ha medido con once canales simultáneos, captadores acelerométricos y con integración y análisis posterior en gabinete. El estudio realizado puede clasificarse de Categoría III según la Norma ITC - MIE - S.M. 10.3.01. de Marzo de 1986.
4. Se ha realizado además un estudio geológico general y de detalle de los frentes de cantera. Estos frentes se han replanteado asimismo topográficamente.

Del estudio geológico realizado, pueden extraerse las siguientes conclusiones:

5. La columna estratigráfica local presenta dos tramos de naturaleza litológica bien distinta. Un tramo inferior carbonatado y un tramo superior margoso, por encima de los cuales se disponen los diferentes materiales cuaternarios del área.

6. La región analizada, presenta una aparente sencillez estructural, aunque de hecho exista una serie de cabalgamientos situados al SE que complica grandemente la estructura original.

7. La Sierra de Alaiz, así como la formación Margas de Pamplona correspondientes al Eoceno, se disponen cabalgantes sobre un Oligoceno situado al sureste de aquélla.

8. Dicho cabalgamiento presenta una dirección de emplazamiento anómala, con respecto a todas las estructuras circundantes.

9. Se ha representado en diferentes diagramas de proyección estereográfica, las medidas tomadas en las explotaciones estudiadas dando como resultado la existencia de diferentes familias de diaclasa.

10. Del estudio microtécnico efectuado, no pueden deducirse unas lineaciones de transmisión preferencial de ondas que incida en el pueblo de Tiebas de una manera directa.

11. De las medidas realizadas se deduce que con los niveles de carga utilizados no hay ningún problema de vibraciones en ambas poblaciones de Tiebas y Las Campanas.

12. Las quejas existentes por parte de los habitantes de ambas poblaciones son con casi absoluta certeza provocadas por los efectos de la onda aérea, ya que al ser los circos de las dos canteras muy cerrados, con ciertas condiciones de viento, esta onda puede llegar a las poblaciones con relativa intensidad.

13. Se recomienda por tanto cuidar al máximo todos los factores de la geometría de la voladura que puedan incrementar la onda aérea, como el retacado, el encendido, etc. Si las necesidades de producción lo permitieran podría pensarse incluso en abrir más los circos de cantera.

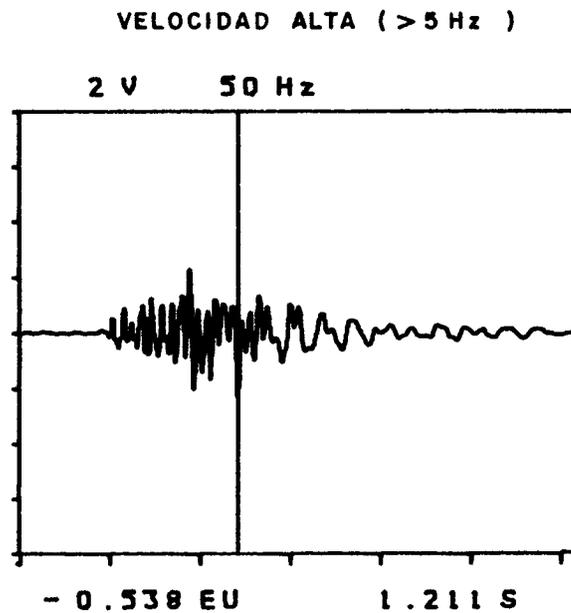
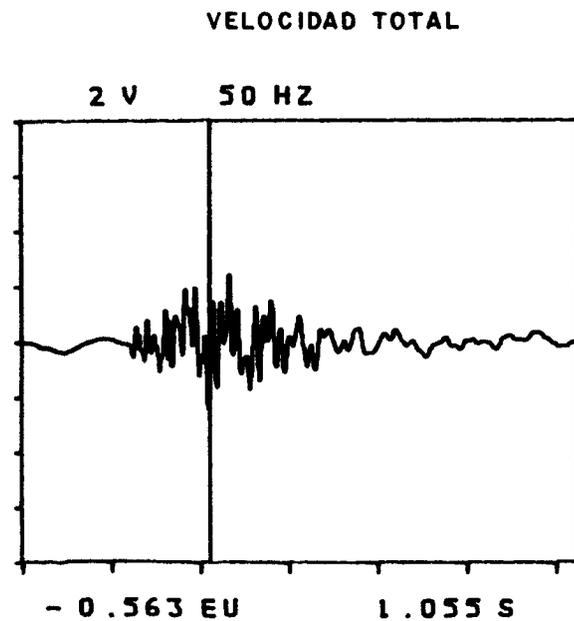
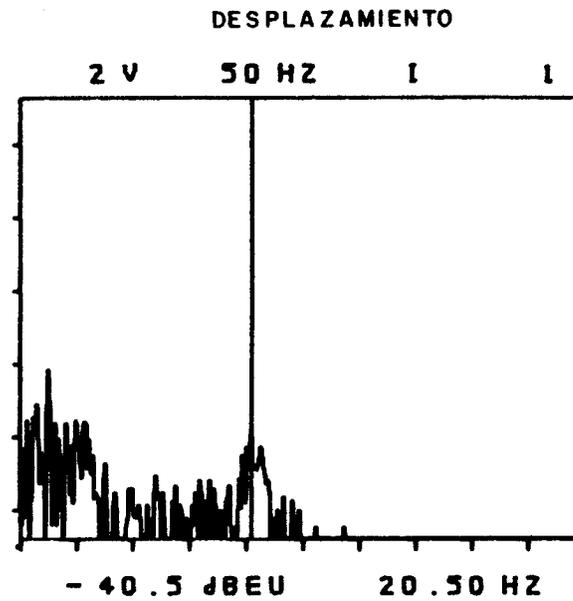
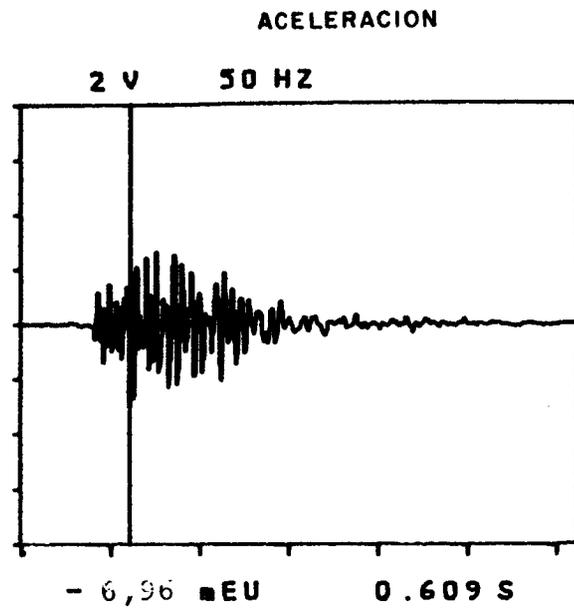
**ANEJO N° 1**

**REGISTROS DE VOLADURAS**

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

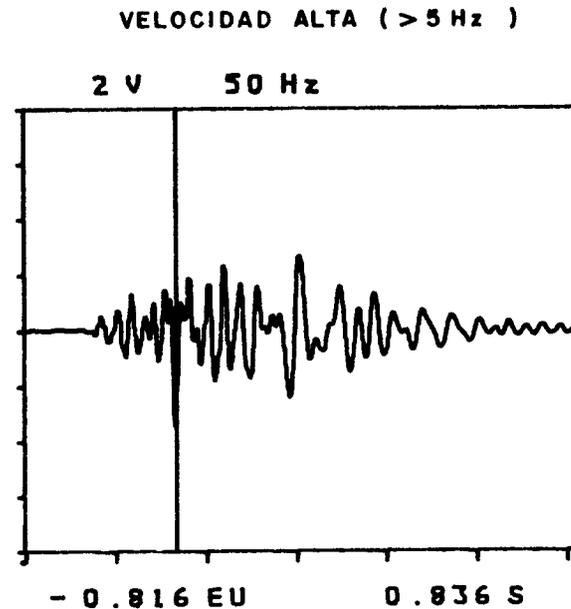
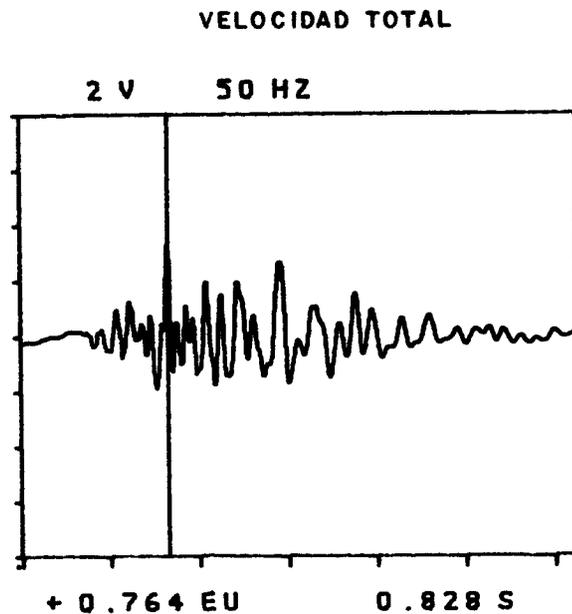
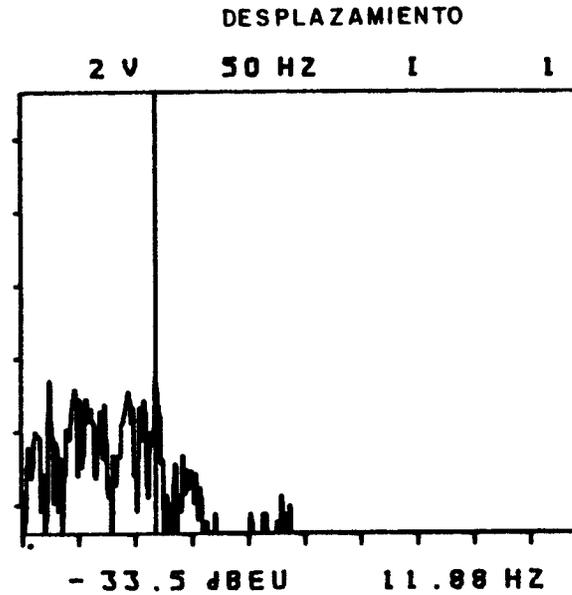
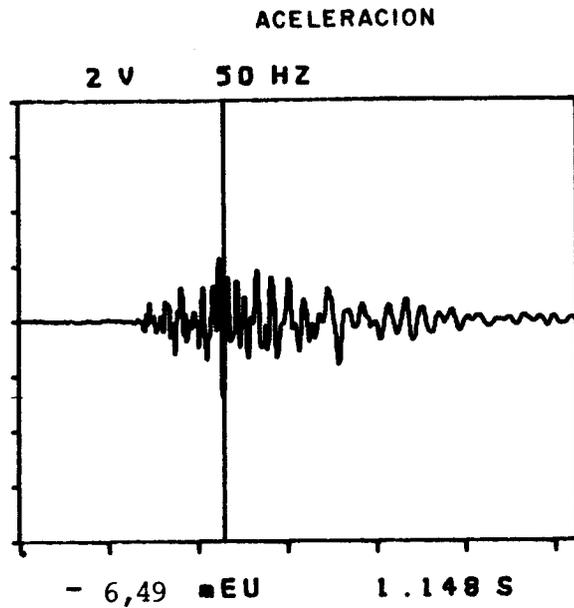


Fecha.....27-III-87 (M.O.P.U.)  
 Localidad.....ECHAURI-LAS CAMPANAS  
 Emplazamiento.....E0V  
 Voladura...VOLADURAS PRODUCCION 1  
 Canal.....1  
 Captador.....Fcb-393C-623  
 Observaciones.....f=43,4

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha...27-III-87... (M.O.P.U.).....

Localidad...ECHAURI-LAS CAMPANAS.....

Emplazamiento...EOHL.....

Voladura...VOLADURA PRODUCCION 1.....

Canal...2.....

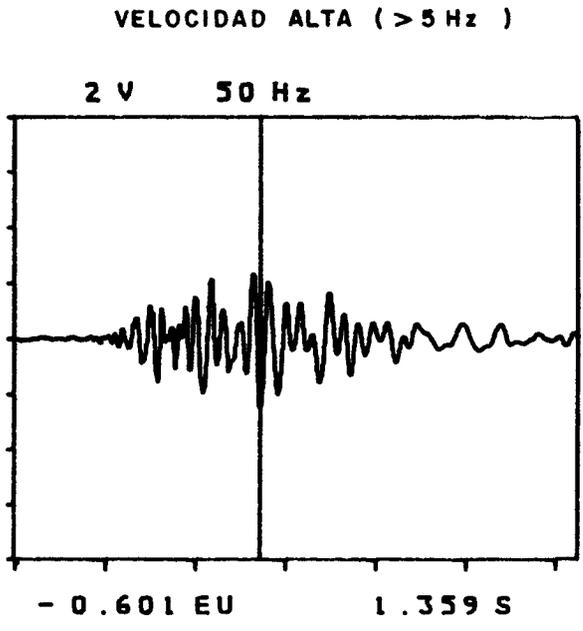
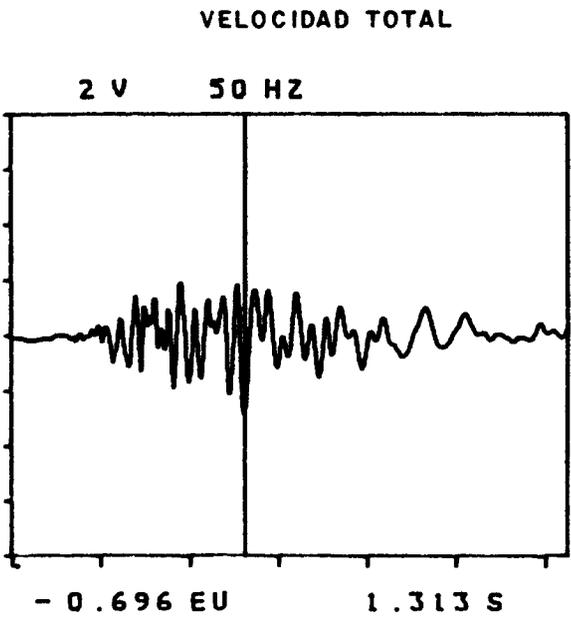
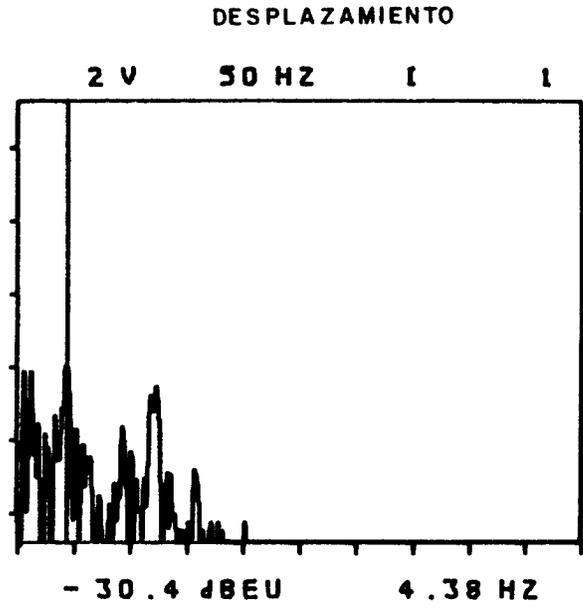
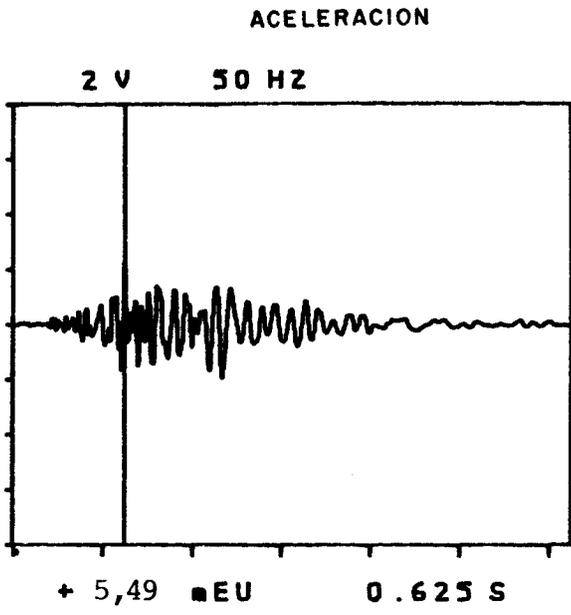
Captador...Pcb -393C-627.....

Observaciones...f=21,2.....

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

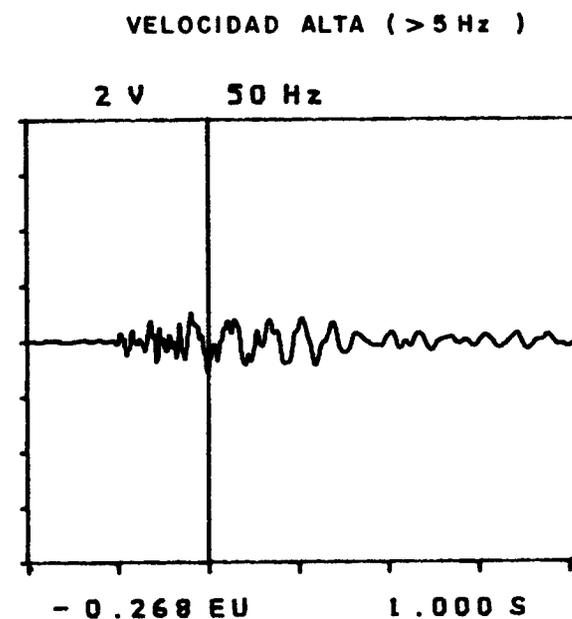
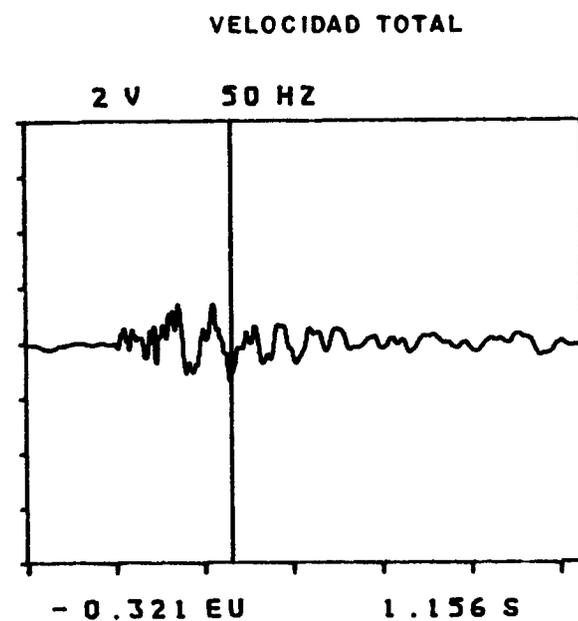
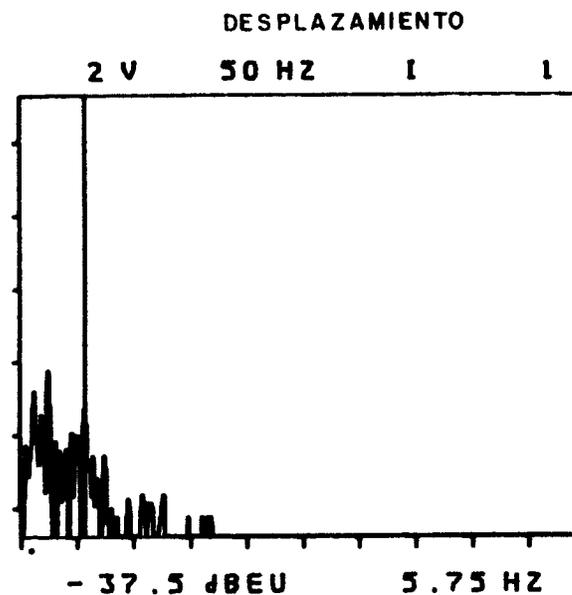
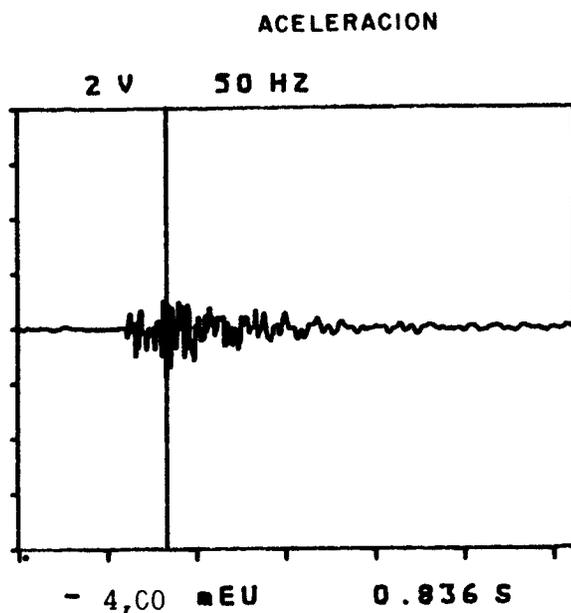


Fecha..... 27-III-87 (M.O.P.U.)  
 Localidad..... ECHAURI-LAS CAMPANAS  
 Emplazamiento..... EOHT  
 Voladura..... VOLADURA PRODUCCION 1  
 Canal..... 3  
 Captador..... Pcb-393C-626  
 Observaciones..... f=31,2

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



27-III-87 (M.O.P.U.)  
 Fecha.....  
 ECHAURI-LAS CAMPANAS  
 Localidad.....  
 E1V  
 Emplazamiento.....  
 VOLADURA PRODUCCION 1  
 Voladura.....  
 4  
 Canal.....  
 Pcb-393C-622  
 Captador.....  
 f=41,6  
 Observaciones.....

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

27-III-87 (M.O.P.U.)

Fecha.....

Localidad..... ECHAURI-LAS CAMPANAS

Emplazamiento..... E1HL

Voladura... VOLADURA PRODUCCION 1..

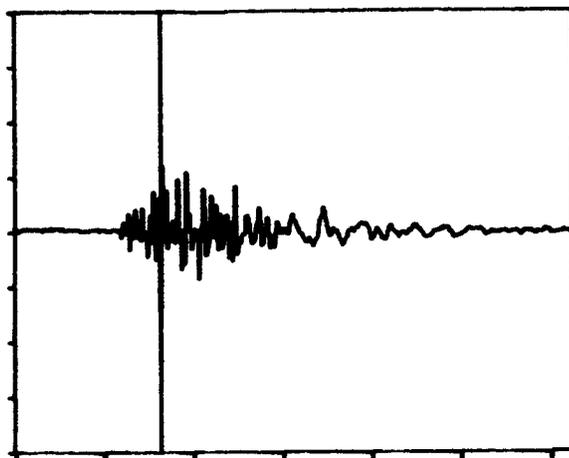
Canal..... 5

Captador Pcb -393C-624

Observaciones ..... f=43,4

ACELERACION

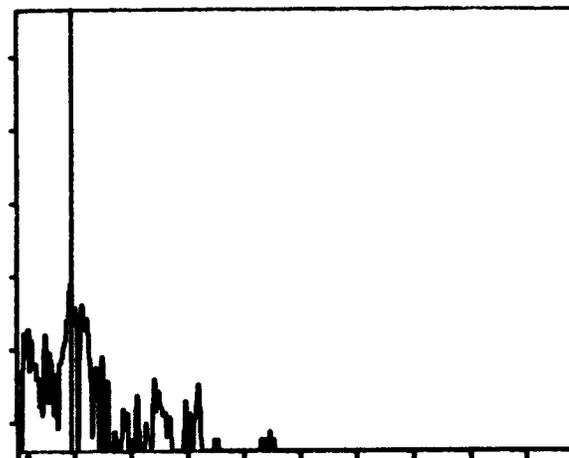
2 V 50 HZ



- 6,26 μEU 0.820 S

DESPLAZAMIENTO

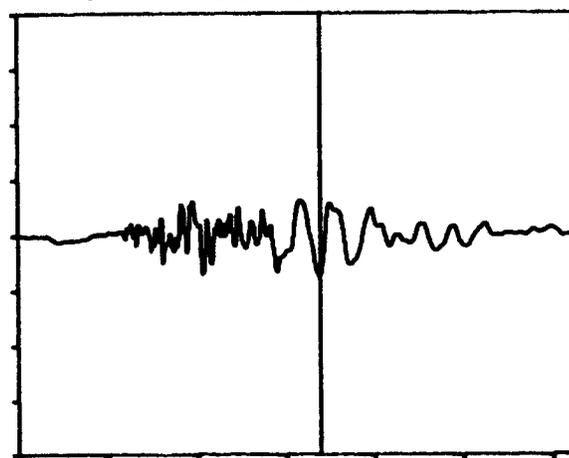
2 V 50 HZ 1 1



- 32.4 μBEU 4.75 HZ

VELOCIDAD TOTAL

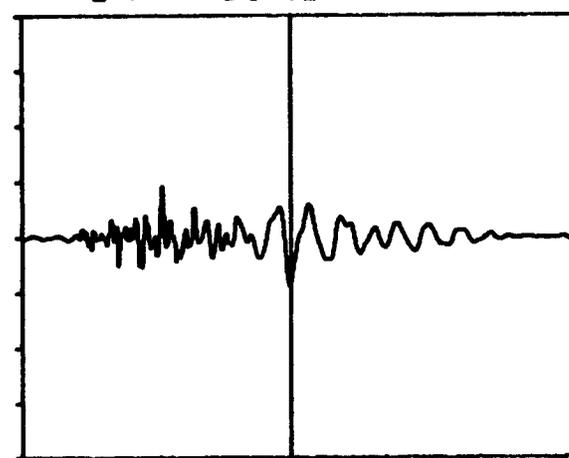
2 V 50 HZ



- 0.339 EU 1.695 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

2 V 50 HZ

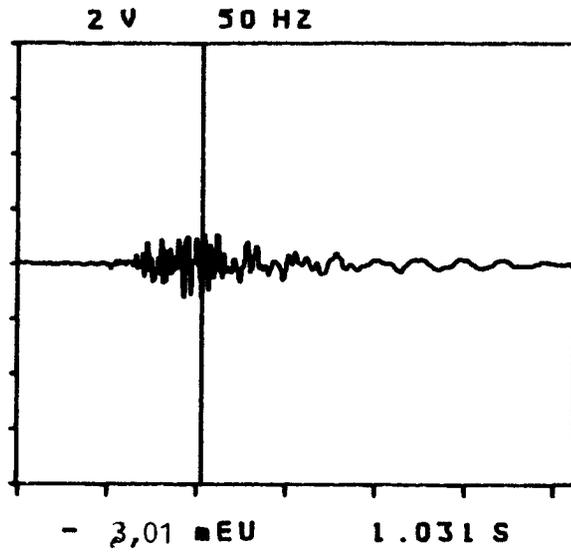


- 0.384 EU 1.484 S

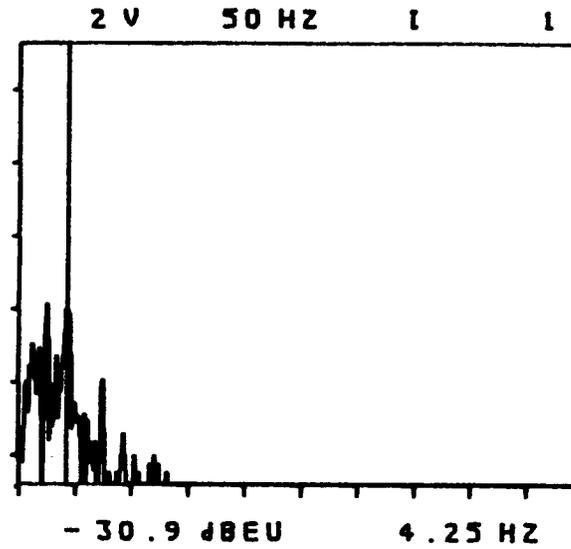
+

+

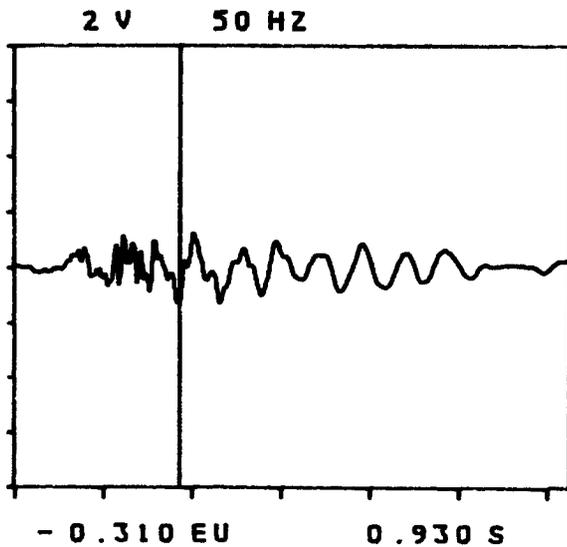
ACELERACION



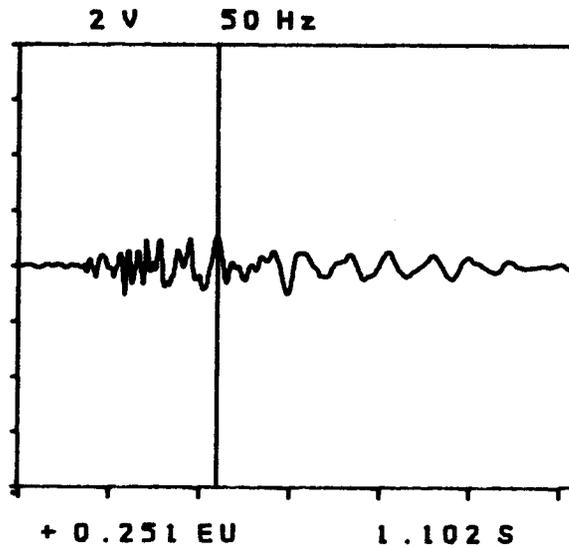
DESPLAZAMIENTO



VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

27-III-87 (M.O.P.U.)  
Fecha.....  
Localidad ECHAURI-LAS CAMPANAS.....  
Emplazamiento E1HT.....  
Voladura VOLADURA PRODUCCION 1.....  
Canal.....6.....  
Captador Pcb -393C-625.....  
Observaciones f=21,2.....

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

27-III-87 (M.O.P.U.)

Fecha.....

Localidad..... ECHAURI-LAS CAMPANAS

Emplazamiento..... E2V

Voladura..... VOLADURA PRODUCCION 1

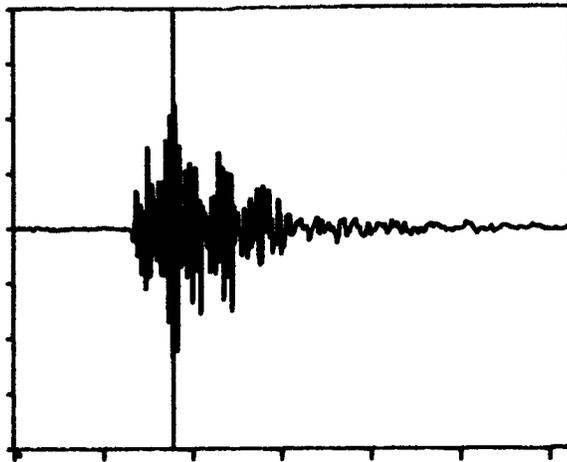
Canal..... 7

Captador..... Pcb-393C-832

Observaciones..... f=43,4

ACELERACION

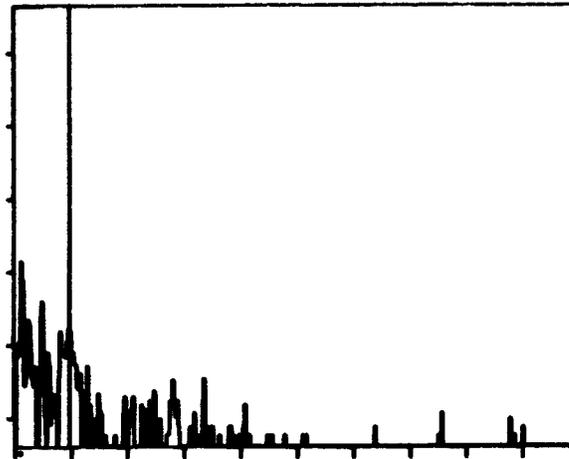
2 V 50 HZ



- 10,36 mEU 0.891 S

DESPLAZAMIENTO

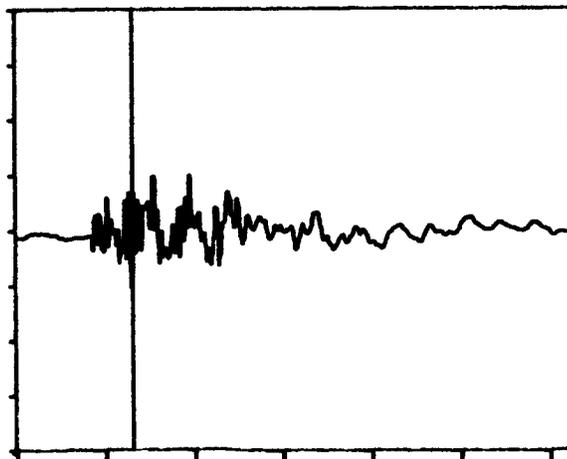
2 V 50 HZ 1 1



- 39.0 dB EU 4.88 HZ

VELOCIDAD TOTAL

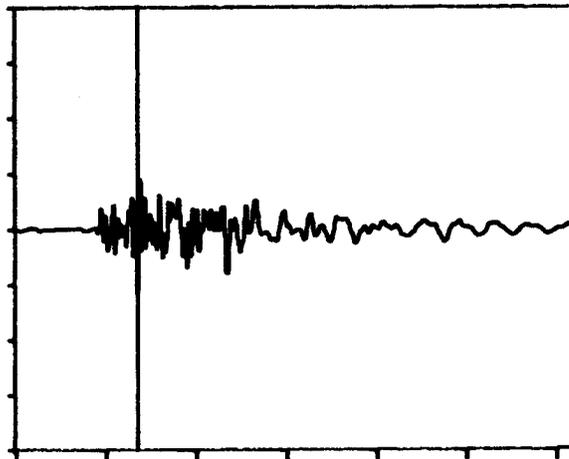
2 V 50 HZ



- 0.470 EU 0.656 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

2 V 50 HZ



- 0.523 EU 0.680 S

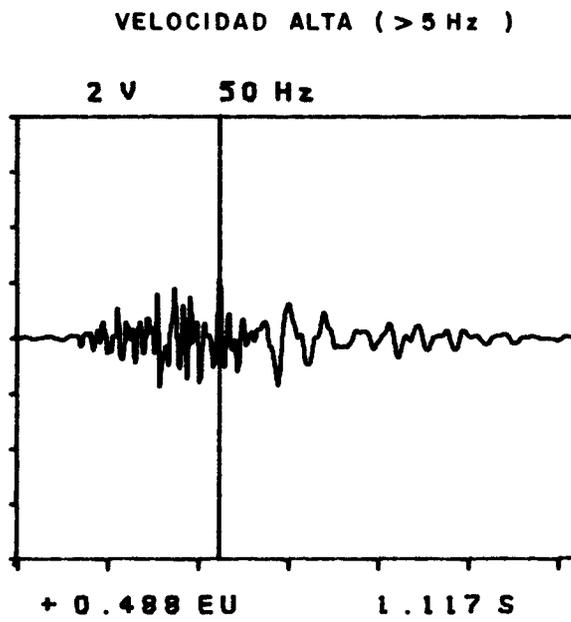
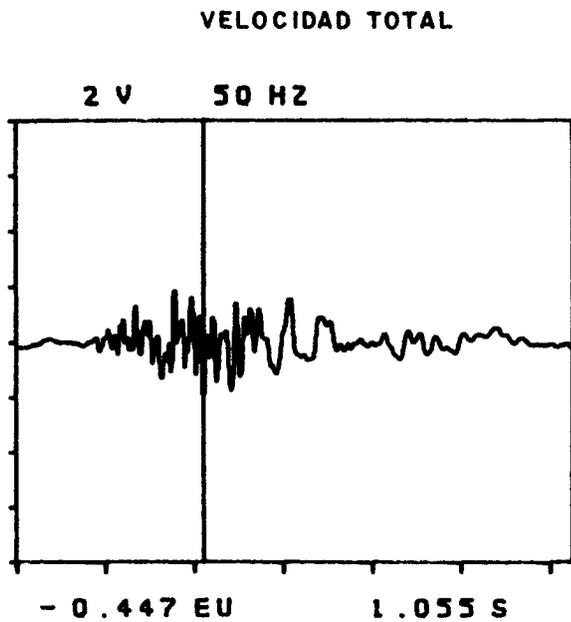
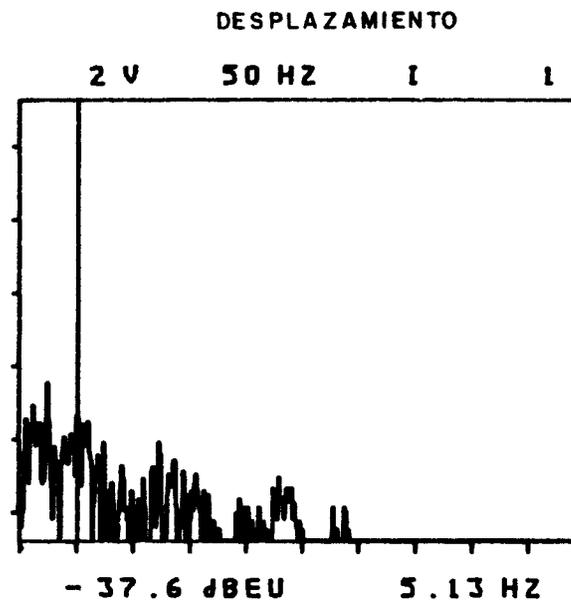
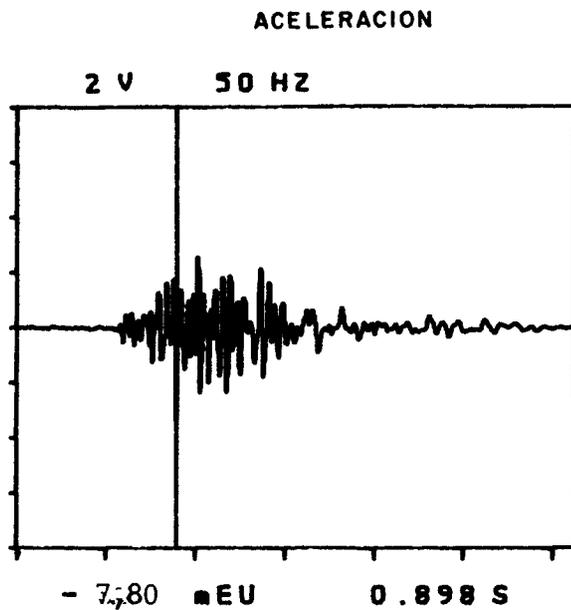
+

+

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

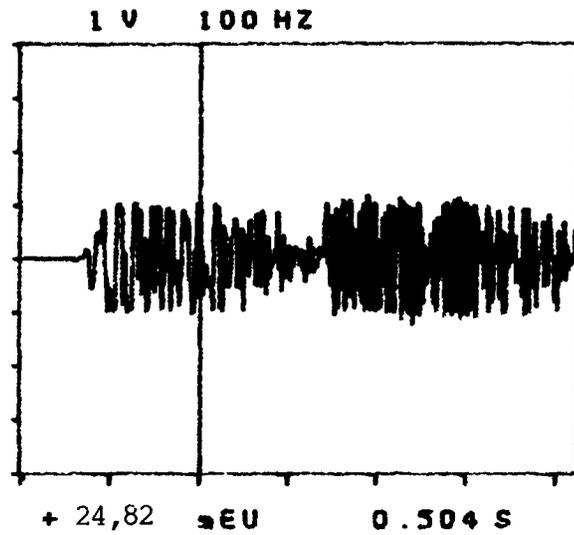


DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



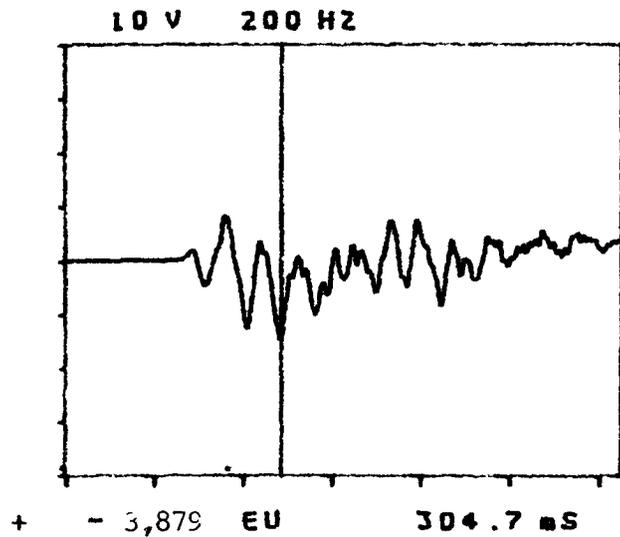
Fecha..... 27-III-87 (M.O.P.U.).....  
 Localidad..... ECHAURI-LAS CAMPANAS.....  
 Emplazamiento..... E2HL.....  
 Voladura..... VOLADURA PRODUCCION 1.....  
 Canal..... 8.....  
 Captador..... Pcb-393C-833.....  
 Observaciones..... f=25,6.....

ACELERACION



DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

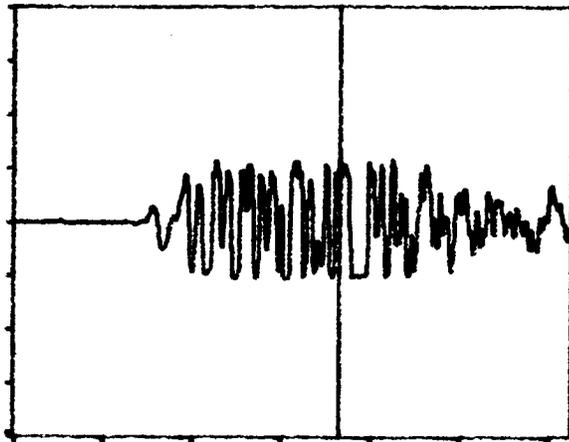


DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 27-III-87  
 Localidad..... ECHAURI  
 Emplazamiento..... Eb  
 Voladura..... PRODUCCION 1  
 Canal..... 2  
 Captador..... V  
 Observaciones.....

ACELERACION

10 V 200 HZ

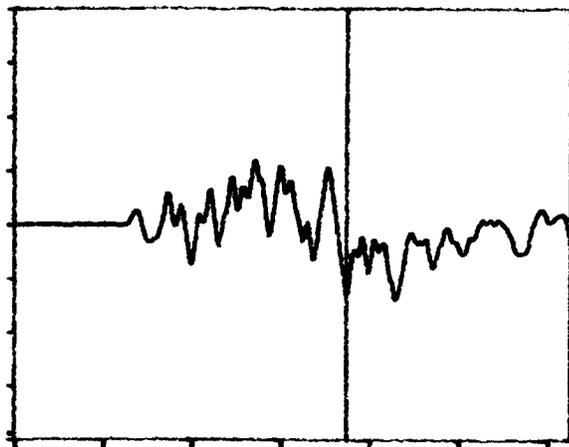


+ 29,41 EU 457.0 mS

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

10 V 200 HZ



+ - 3,229 EU 466.8 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha ..... 27-III-87

Localidad ..... ECHAURI

Emplazamiento ..... Eb

Voladura ..... PRODUCCION 1

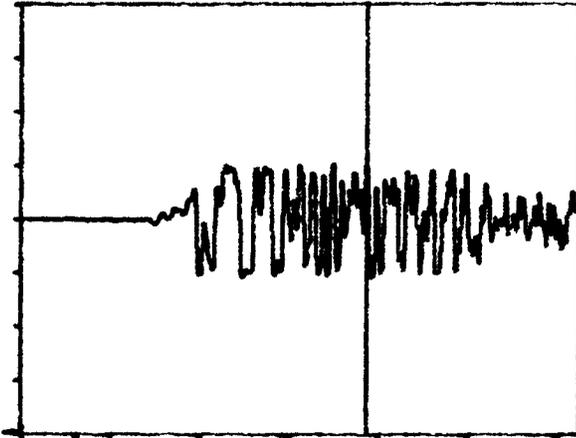
Canal ..... 3

Captador ..... Long.

Observaciones .....

ACELERACION

10 V 200 HZ

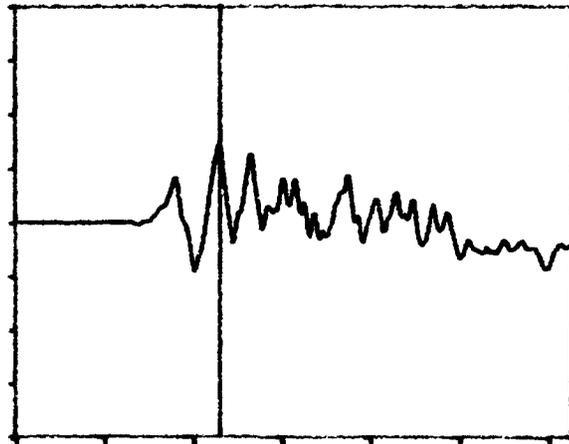


+ 25,41 mEU 484.4 mS

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

10 V 200 HZ



+ 3,655 EU 287.1 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

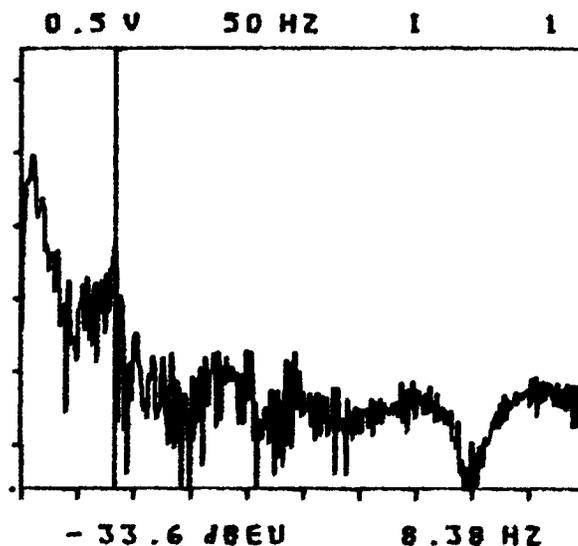
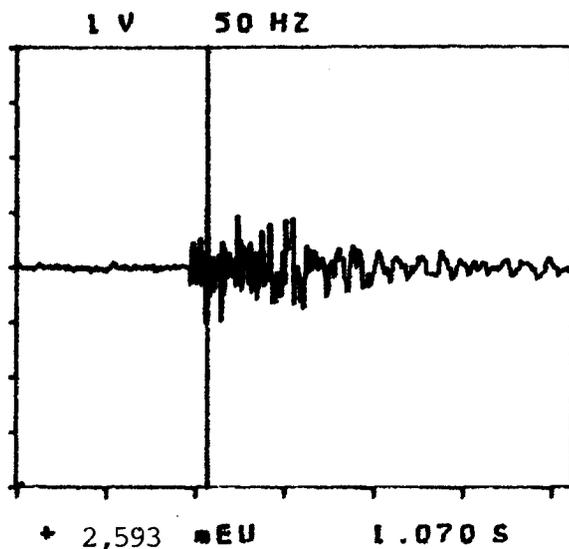
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



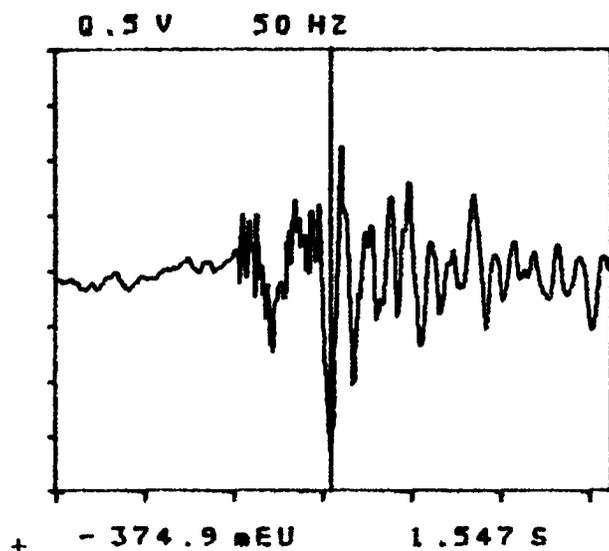
DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

27-III-87  
 Fecha.....  
 ECHAURI  
 Localidad.....  
 Eb  
 Emplazamiento.....  
 PRODUCCION 1  
 Voladura.....  
 4  
 Canal.....  
 Trans.  
 Captador.....  
 Observaciones.....

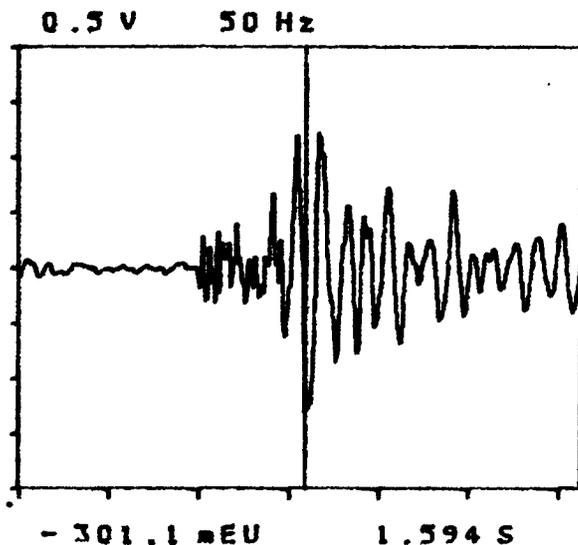
ACELERACION



VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha.....22-IV-87.....

Localidad.....ECHAURI.....

Emplazamiento.....E1V.....

Voladura.....PRODUCCION 2.....

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

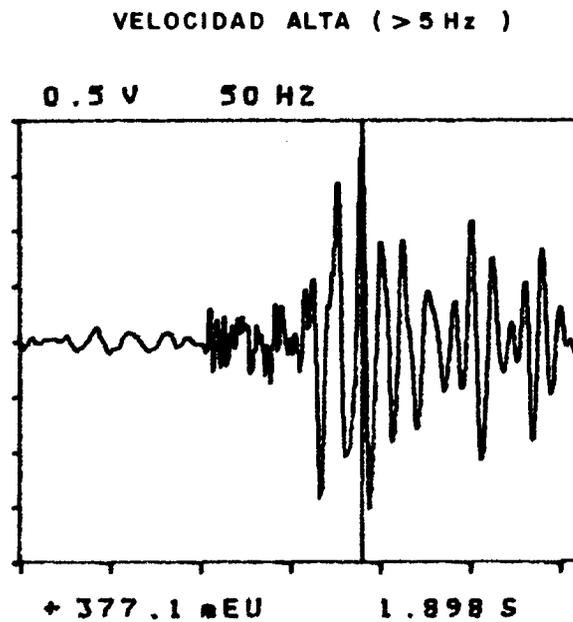
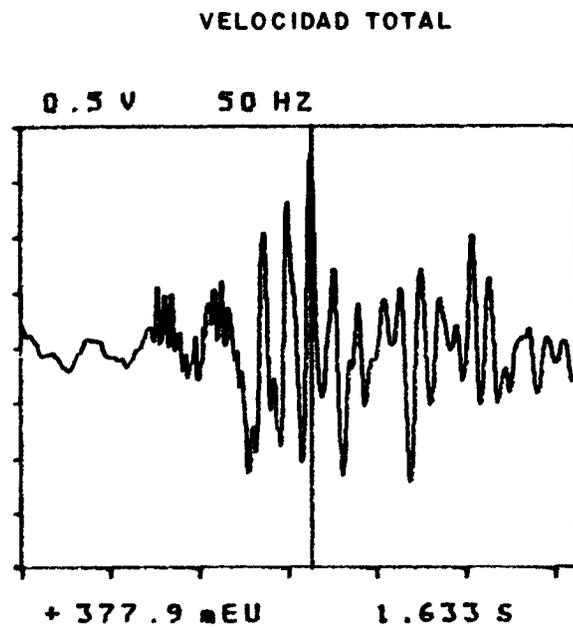
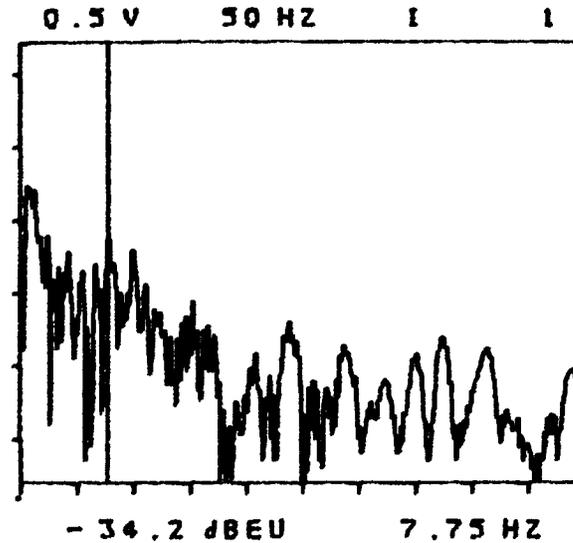
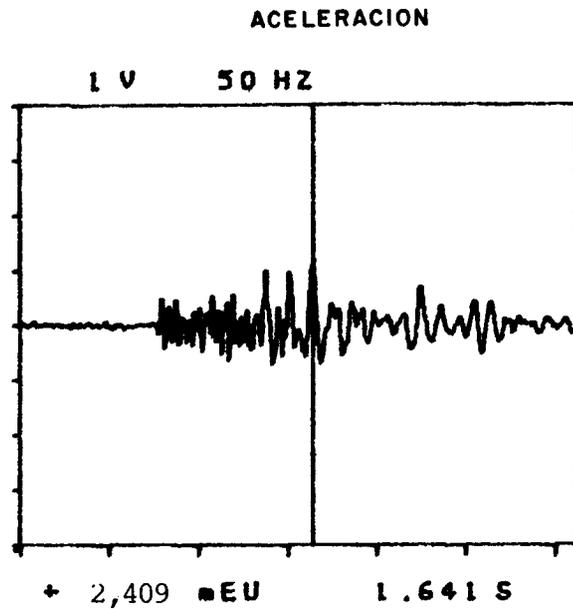
Captador.....Pcb-393C-830.....

Observaciones.....f=41,6.....

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

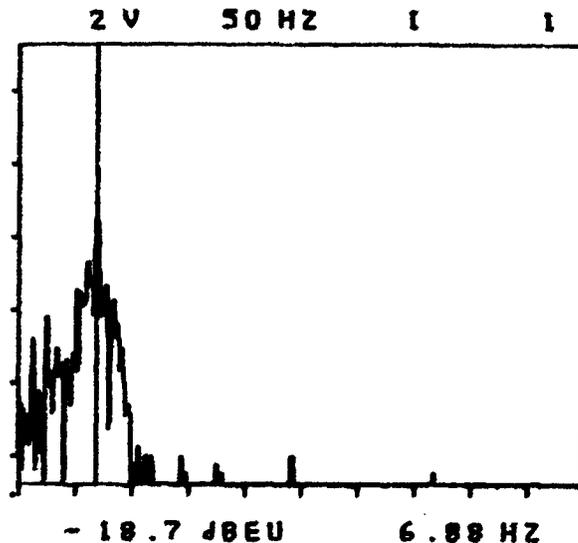
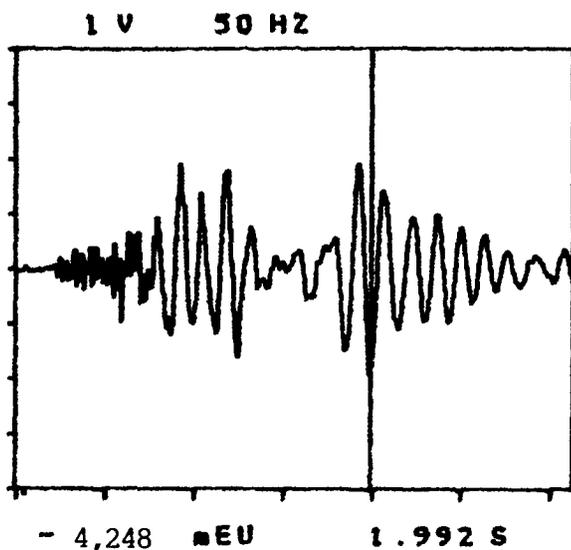


DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

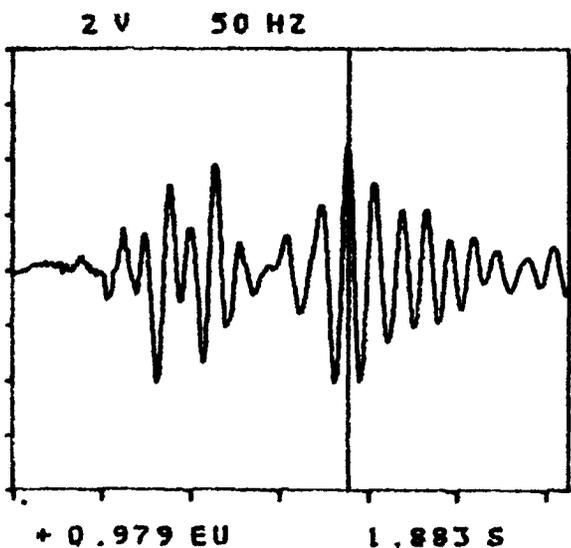


22-IV-87  
 Fecha.....  
 ECHAURI  
 Localidad.....  
 E2V  
 Emplazamiento.....  
 PRODUCCION 2  
 Voladura.....  
 2  
 Canal.....  
 Pcb-393C-831  
 Captador.....  
 f=11,63  
 Observaciones.....

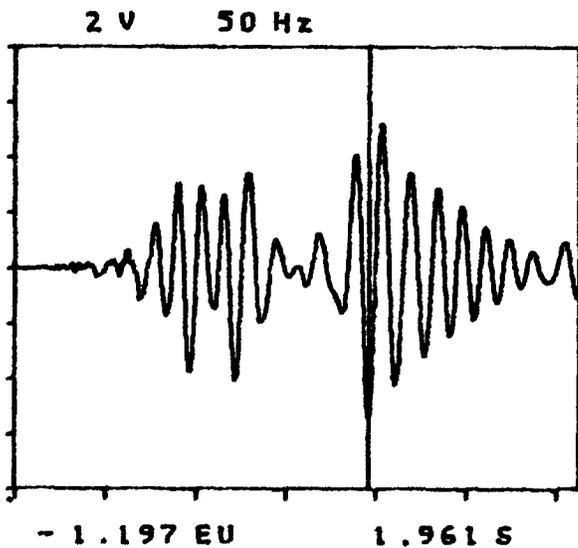
ACELERACION



VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



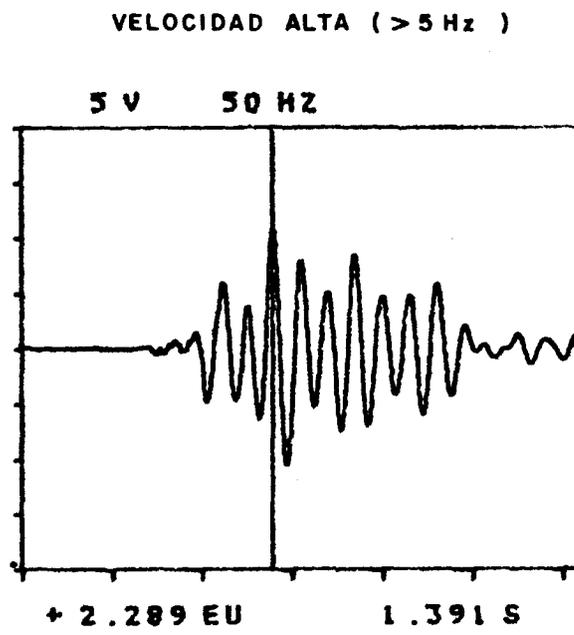
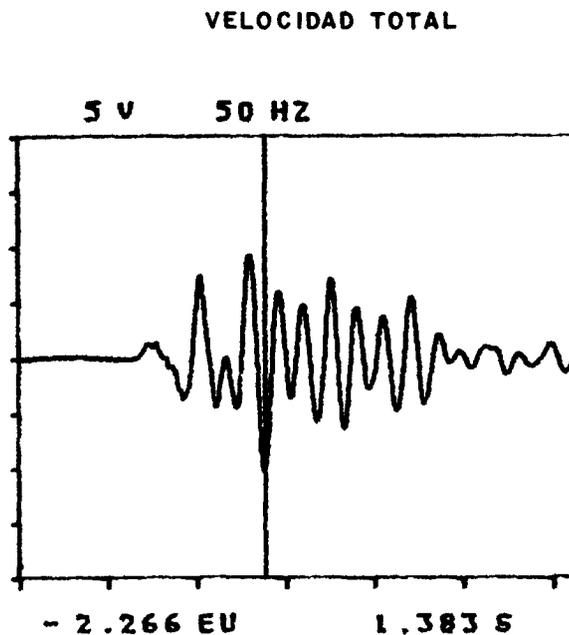
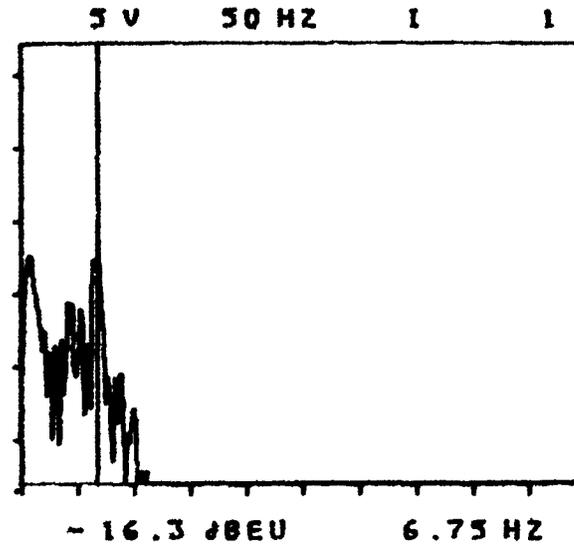
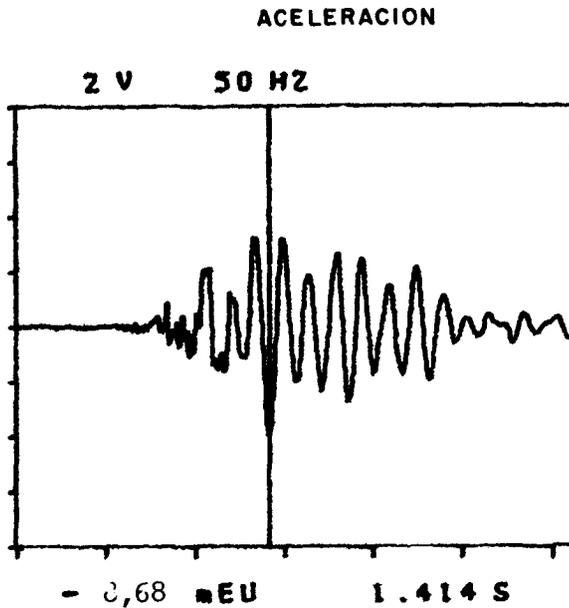
DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 22-IV-87  
Localidad..... ECHAURI  
Emplazamiento..... E2L  
Voladura..... PRODUCCION 2  
Canal..... 3  
Captador..... Pcb-393C-834  
Observaciones..... f=7,09

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha..... 22-IV-87

Localidad..... ECHAURI

Emplazamiento..... E2T

Voladura..... PRODUCCION 2

Canal..... 4

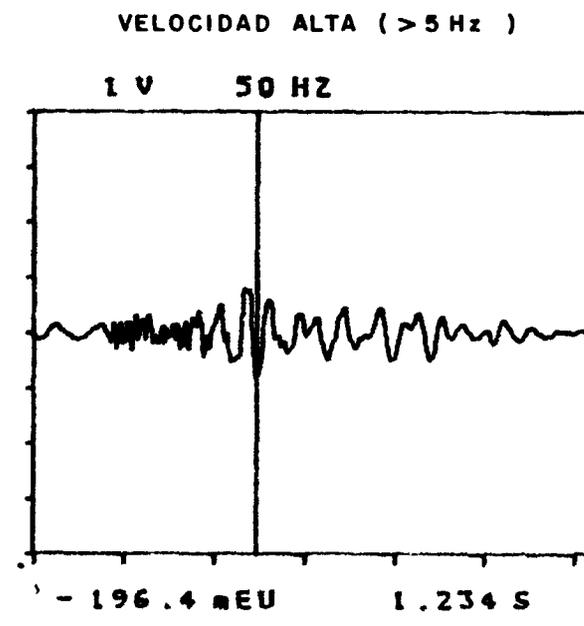
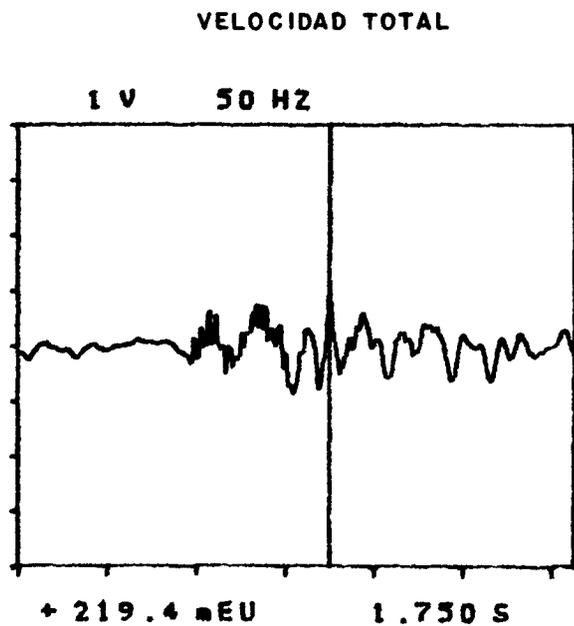
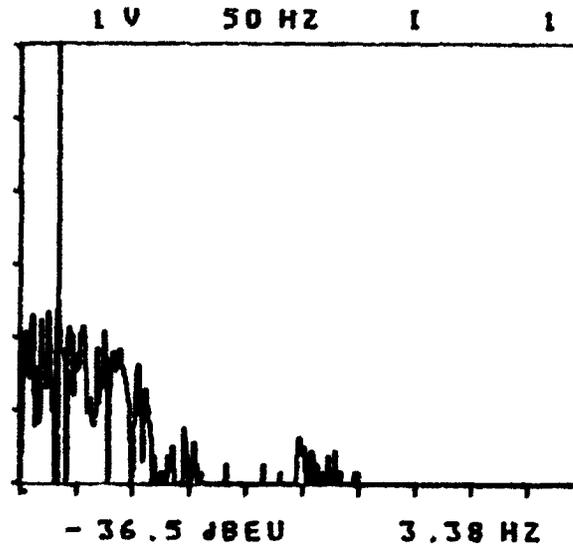
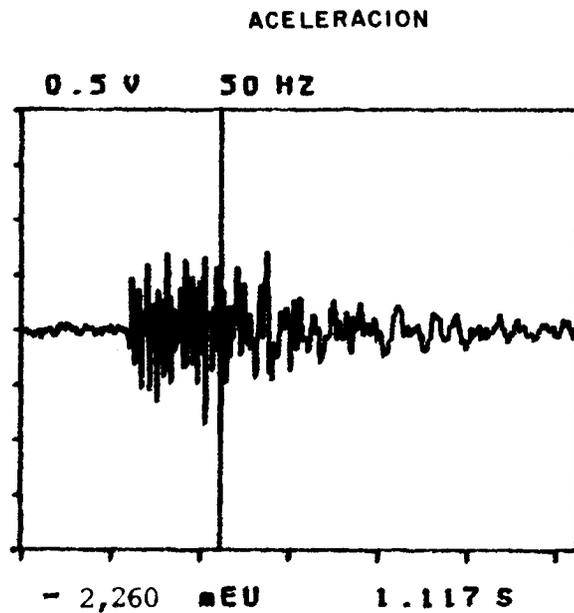
Captador..... Pcb-393C-835

Observaciones..... f=6,7

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



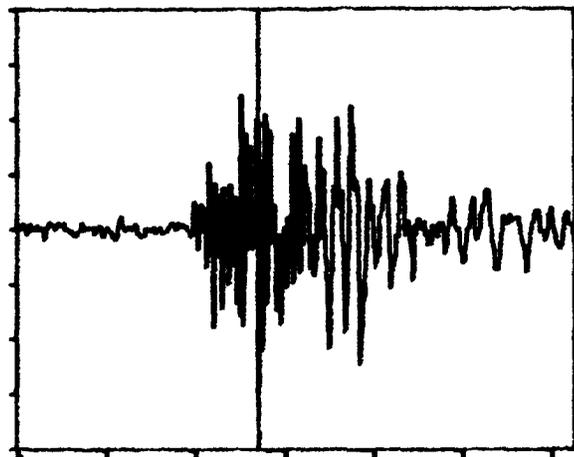
DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha..... 22-IV-87  
 Localidad..... ECHAURI  
 Emplazamiento..... E3V  
 Voladura..... PRODUCCION 2  
 Canal..... 5  
 Captador..... Pcb-393C-836  
 Observaciones..... f=25,6

ACELERACION

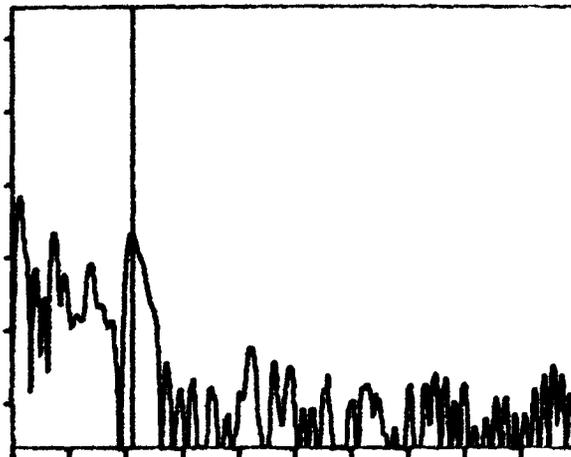
0.5 V 50 HZ



- 3,315 mEU 1.352 S

DESPLAZAMIENTO

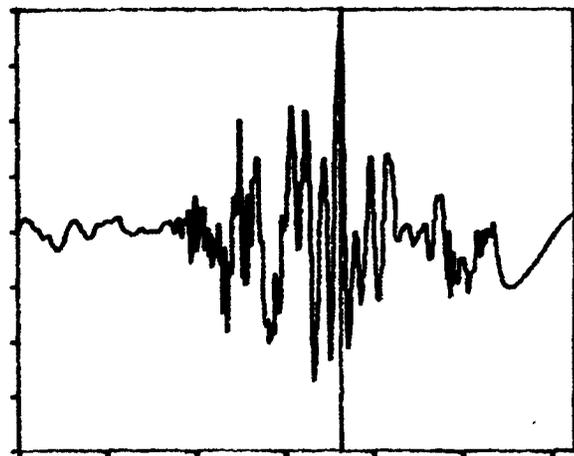
0.5 V 50 HZ 1 1



- 37.6 JBEU 10.63 HZ

VELOCIDAD TOTAL

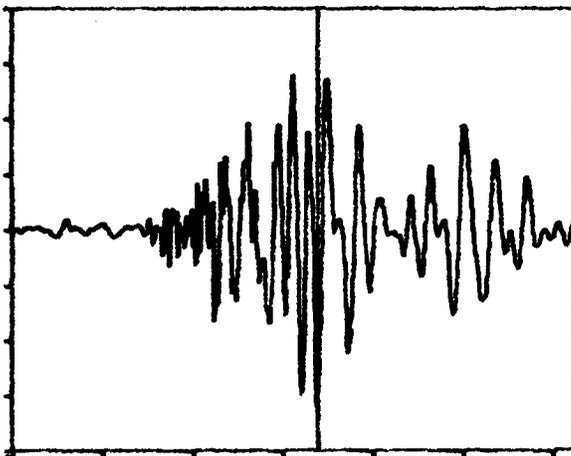
0.5 V 50 HZ



+ 432.0 mEU 1.813 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

0.5 V 50 HZ



- 359.4 mEU 1.695 S

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha.....22-IV-87

Localidad.....ECHAURI

Emplazamiento.....E3L

Voladura.....PRODUCCION 2

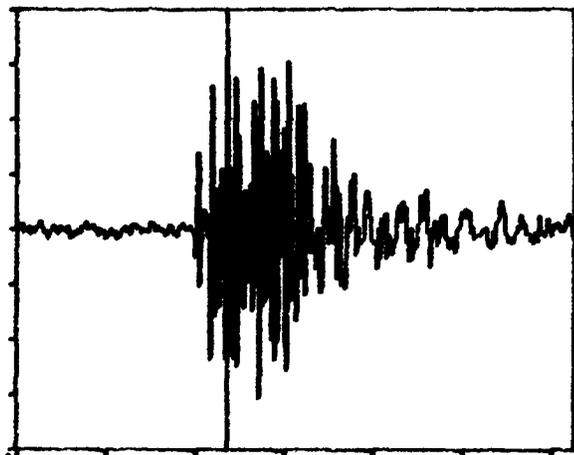
Canal.....6

Captador.....Pcb-393C-837

Observaciones.....f=43,4

ACELERACION

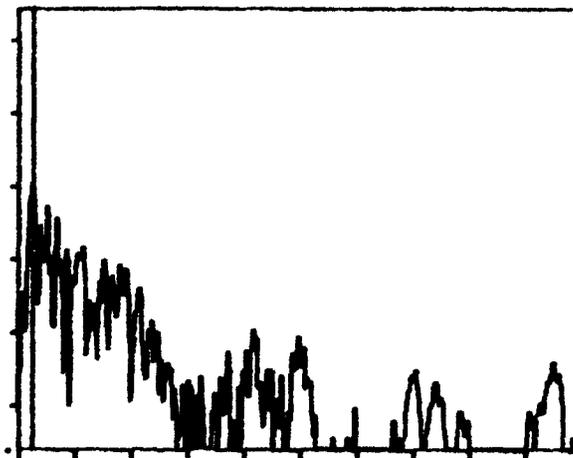
0.5 V 50 HZ



+ 3,361 mEU 1.180 S

DESPLAZAMIENTO

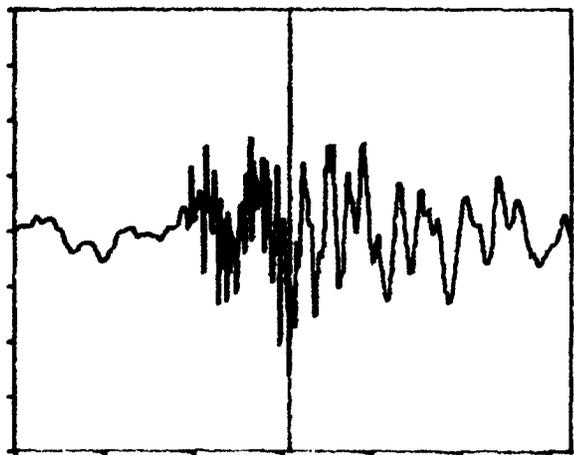
0.5 V 50 HZ 1 1



- 30,9 JBEU 1.25 HZ

VELOCIDAD TOTAL

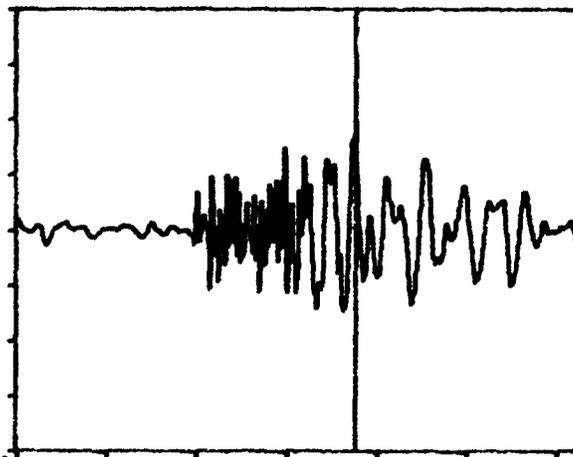
0.5 V 50 HZ



- 279,8 mEU 1.547 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

0.5 V 50 HZ



+ 185,2 mEU 1.883 S

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

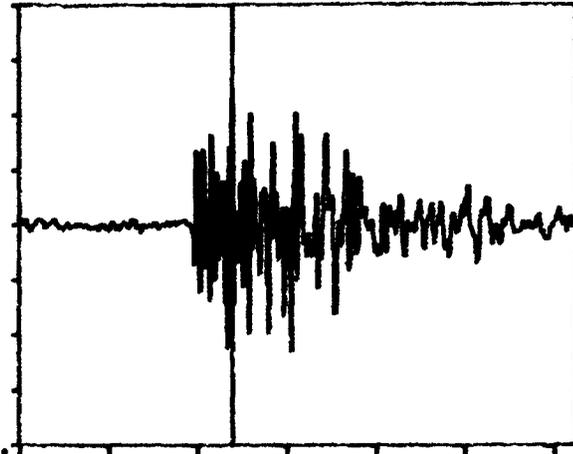


DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

22-IV-87  
Fecha.....  
Localidad..... ECHAURI  
Emplazamiento..... E4V  
Voladura..... PRODUCCION 2  
Canal..... 7  
Captador..... Pcb-393C-838  
Observaciones..... f=62,5

ACELERACION

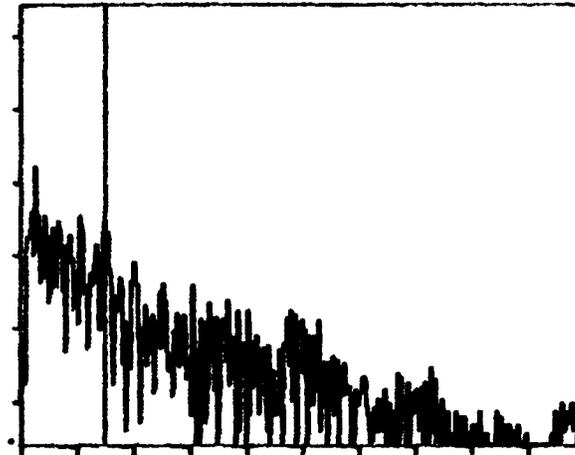
0.5 V 50 HZ



+ 2,558 mEU 1.195 S

DESPLAZAMIENTO

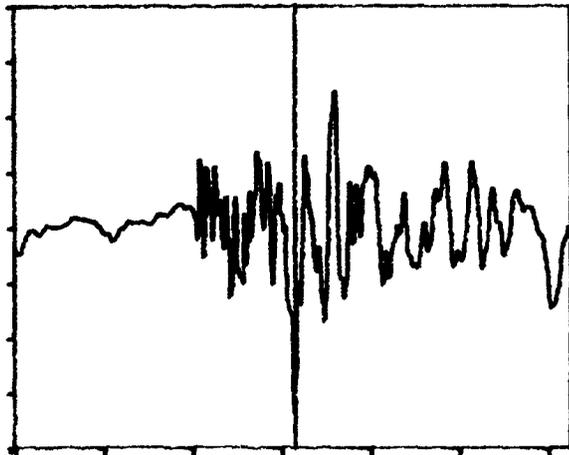
0.5 V 50 HZ 1 1



- 36.5 μBEU 7.50 HZ

VELOCIDAD TOTAL

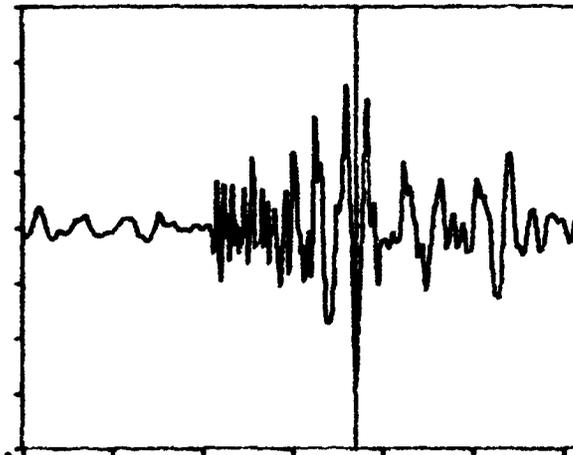
0.5 V 50 HZ



+ - 372.6 mEU 1.578 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

0.5 V 50 HZ



- 330.0 mEU 1.852 S

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



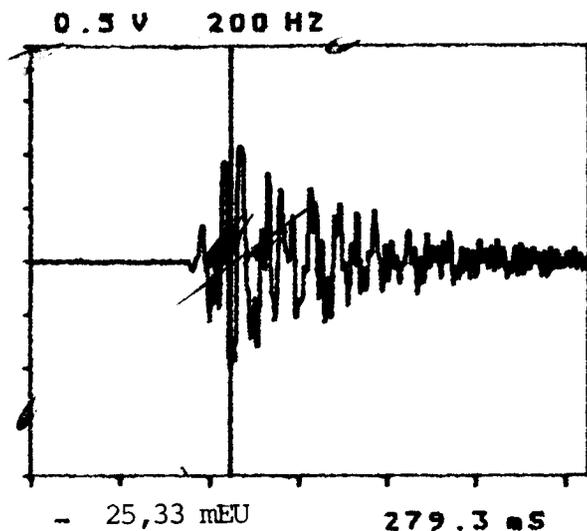
DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 22-IV-87  
 Localidad..... ECHAURI  
 Emplazamiento..... E5V  
 Voladura..... PRODUCCION 2  
 Canal..... 8  
 Captador..... Pcb-393C-839  
 Observaciones..... f=32,2

ACELERACION

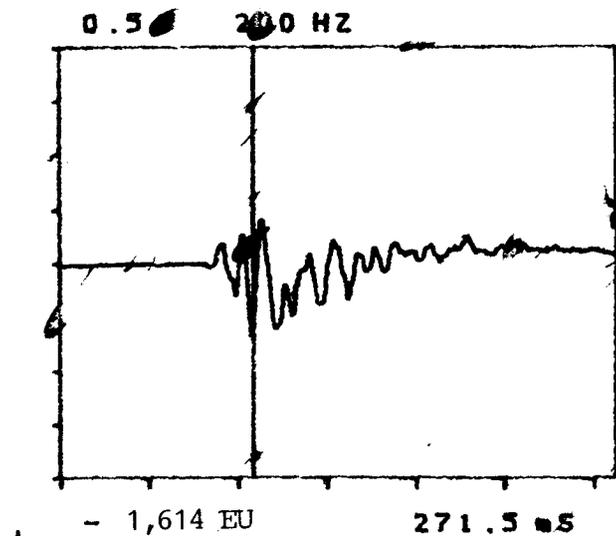
DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



VELOCIDAD TOTAL

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

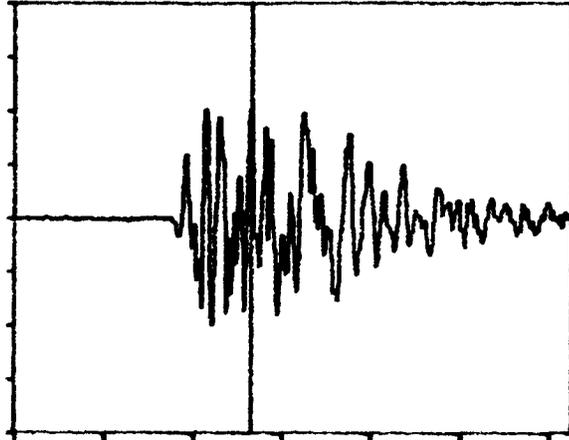
27-III-87  
 Fecha.....  
 Localidad..... CANTERA ECHAURI Y T.  
 Emplazamiento..... E10  
 Voladura..... 1ª Prueba  
 Canal..... 2  
 Captador... V.....  
 Observaciones.....

ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

0.5 V 200 HZ

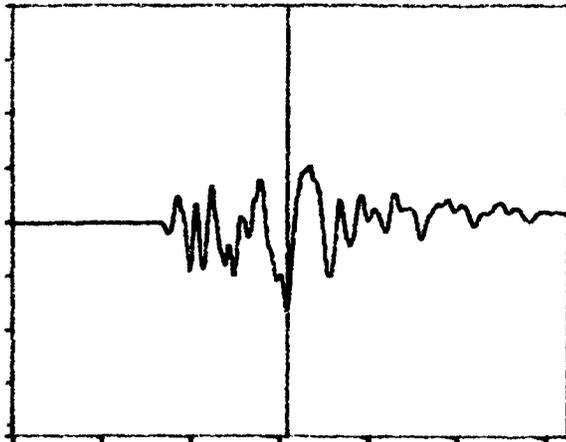


+ 25,77 ms EU 332.0 ms S

VELOCIDAD TOTAL

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

0.5 V 200 HZ



+ 2,118 ms EU 386.7 ms S



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

27-III-87

Fecha .....

Localidad ... CANTERA ECHAURI .....

Eb

Emplazamiento .....

Voladura ... 1ª Prueba .....

3

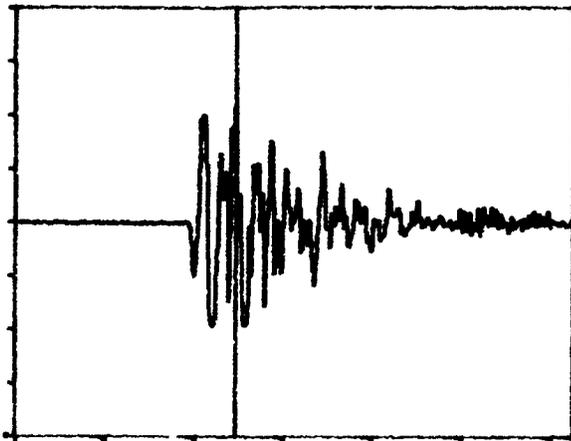
Canal .....

Captador ... L .....

Observaciones .....

ACELERACION

0.5 V 200 HZ

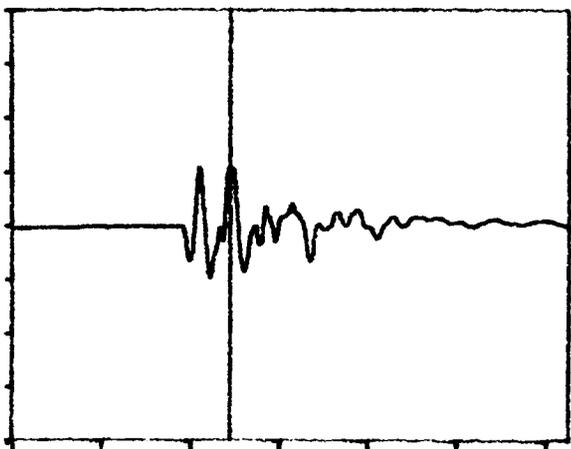


+ 27,14 mEU 308.6 ms

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

0.5 V 200 HZ



+ 1,390 EU 306.6 ms

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 27-III-87

Localidad..... ECHAURI

Emplazamiento..... Eb

Voladura..... 1a Prueba

Canal..... 4

Captador..... T

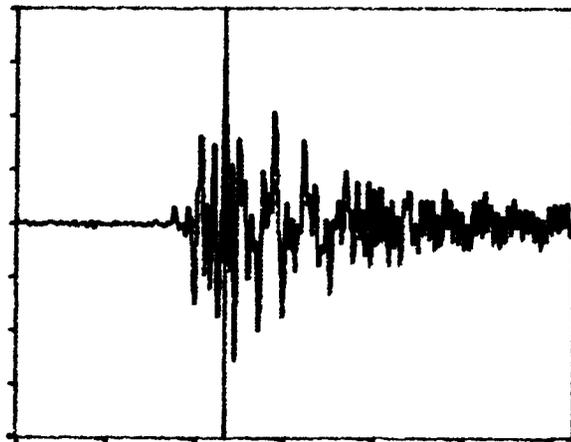
Observaciones.....

ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

0.2 V 200 HZ

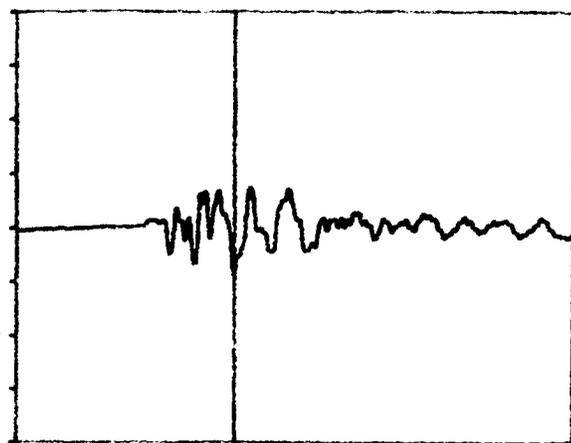


+ 15,32 ms EU 293.0 ms S

VELOCIDAD TOTAL

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

0.2 V 200 HZ



+ - 0,450 ms EU 306.6 ms S



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

27-III-87

Fecha .....

ECHAURI

Localidad .....

Eb

Emplazamiento .....

2a Prueba

Voladura .....

2

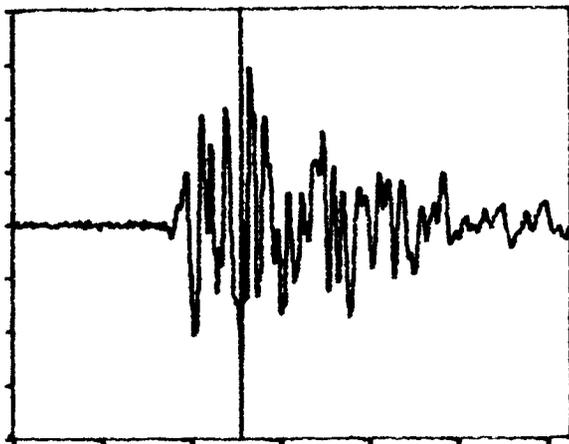
Canal .....

Captador .. V .....

Observaciones .....

ACELERACION

0.2 V 200 HZ

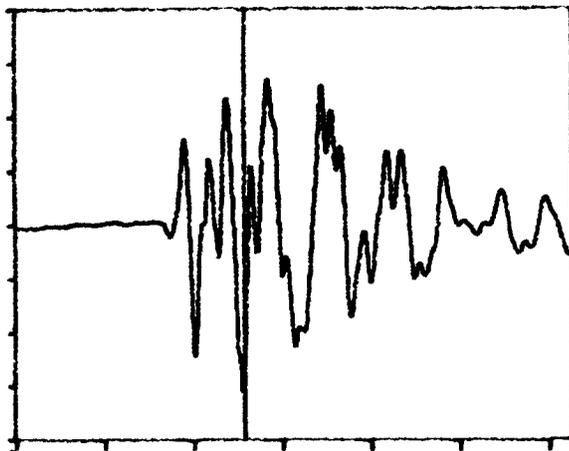


- 12,46 mEU 320.3 mS

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

0.1 V 200 HZ



- 774,8 mEU 322.3 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha ..... 27-III-87

Localidad ..... ECHAURI

Emplazamiento ..... Eb

Voladura ..... 2ª Prueba

Canal ..... 3

Captador ..... L

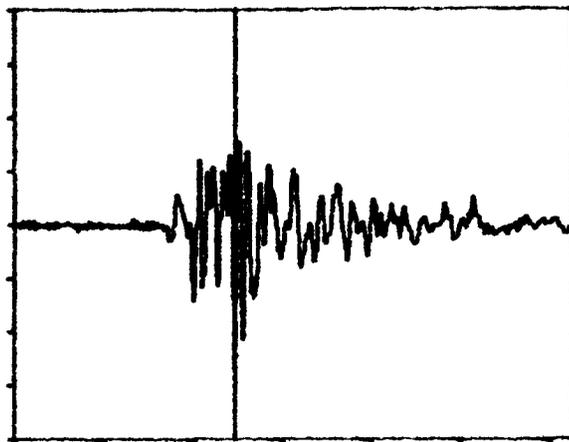
Observaciones .....

ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

0.2 V 200 HZ

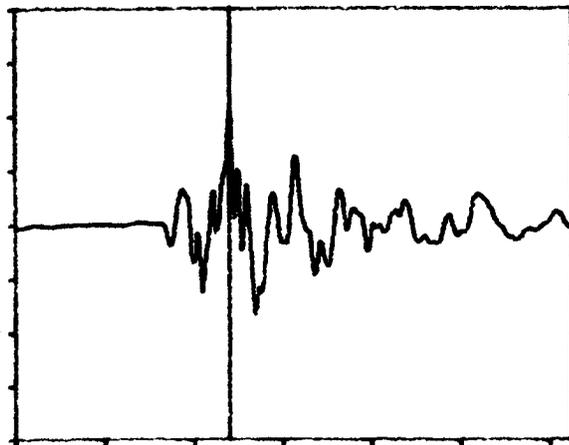


- 13,65 mEU 308.6 mS

VELOCIDAD TOTAL

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

0.1 V 200 HZ



+ 524,66 mEU 300.8 mS



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha ..... 27-III-87

Localidad ..... ECHAURI

Emplazamiento ..... Eb

Voladura ..... 2ª Prueba

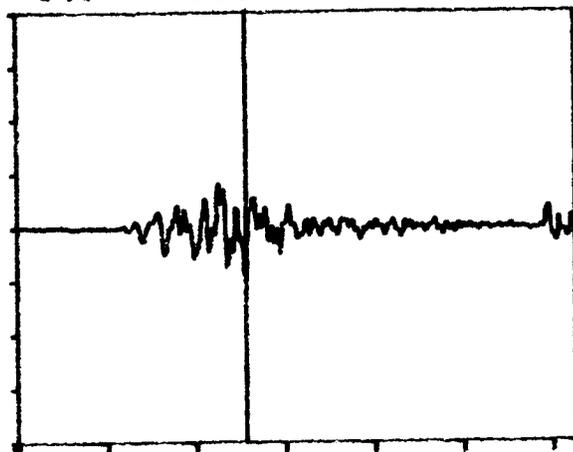
Canal ..... 4

Captador ..... T

Observaciones .....

ACELERACION

0.5 V 200 HZ



-11,38 EU 320.3 S

DESPLAZAMIENTO

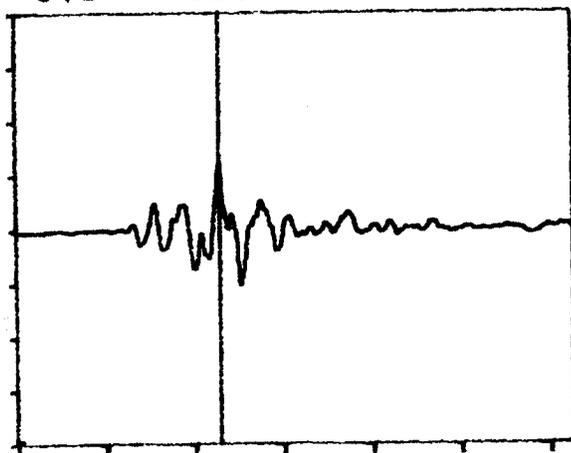
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

VELOCIDAD TOTAL

0.2 V 200 HZ



+ + 0,600 EU 287.1 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

Fecha..... 27-III-87 .....

Localidad..... ECHAURI .....

Emplazamiento..... Eb .....

Voladura..... 3a Prueba .....

2 .....

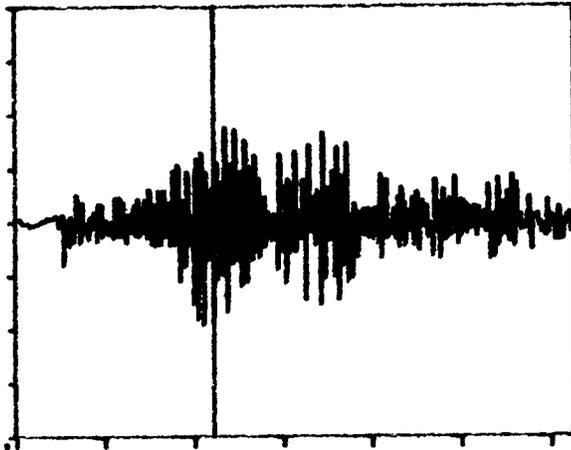
Canal..... .....

Captador..... V .....

Observaciones..... .....

ACELERACION

0.5 V 200 HZ

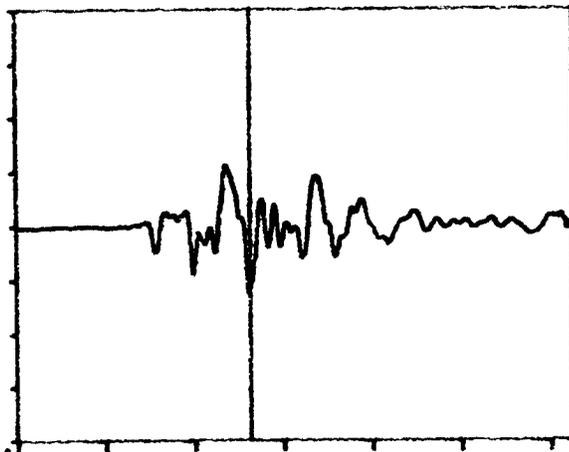


- 23,77 mEU 277.3 mS

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

0.2 V 200 HZ



- 0,632 EU 328.1 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 27-III-87

Localidad..... ECHAURI

Emplazamiento..... Eb

Voladura..... 3a Prueba

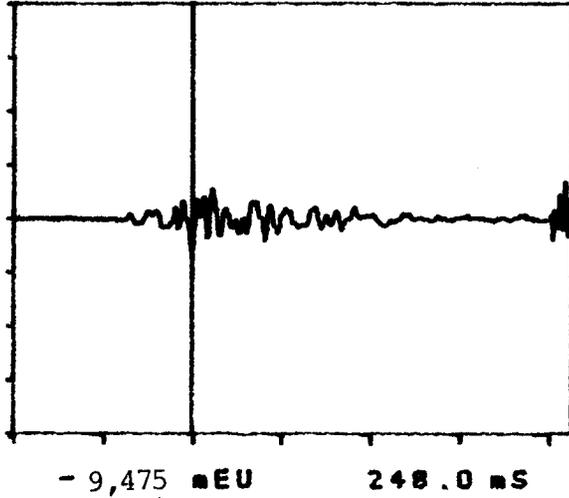
Canal..... 3

Captador..... L

Observaciones.....

ACELERACION

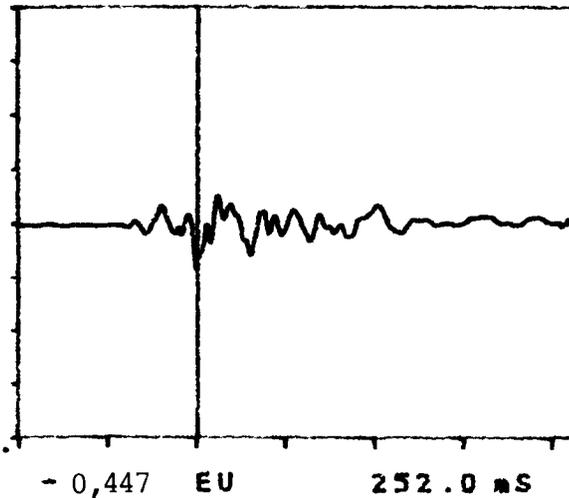
0.5 V 200 HZ



DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

0.2 V 200 HZ



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha.....27-III-87.....

Localidad.....ECHAURI.....

Emplazamiento.....Eb.....

Voladura.....3a Prueba.....

Canal.....4.....

Captador.....T.....

Observaciones.....

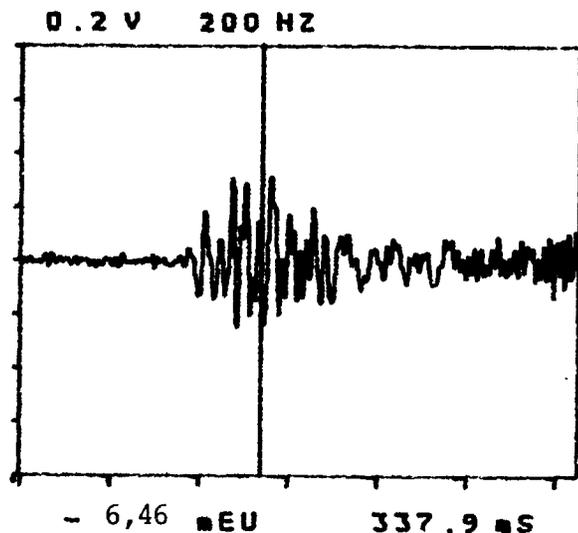
ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

Fecha ..... 27-III-87

Localidad ..... ECHAURI

Emplazamiento ..... Eb

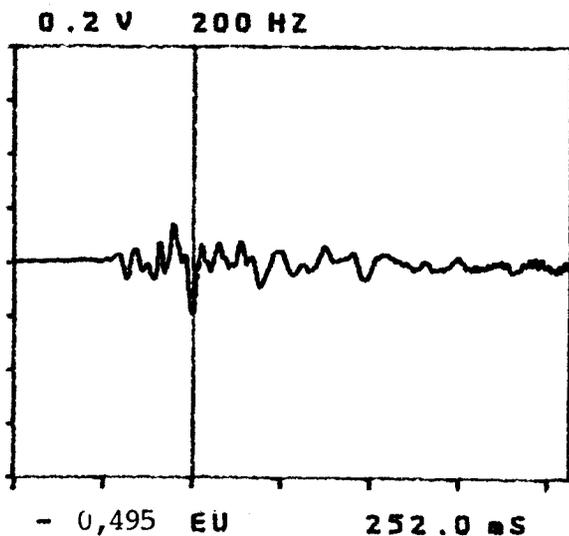
Voladura ... 4a Prueba

Canal..... 2

Captador ..... V

Observaciones .....

VELOCIDAD TOTAL

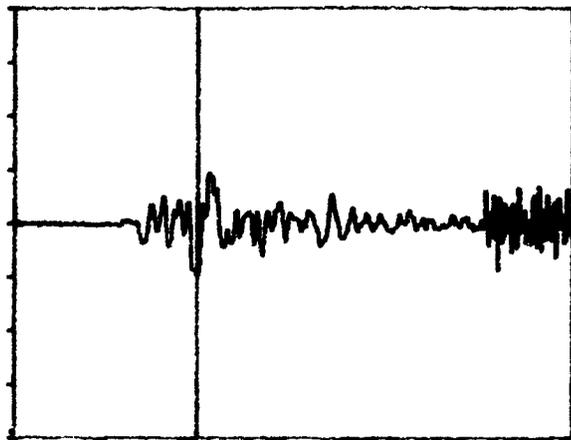


+

+

ACELERACION

0.5 V 200 HZ

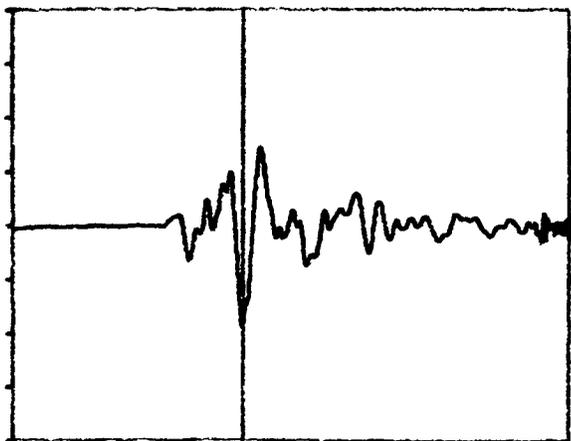


- 12,10 mEU 255.9 mS

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

0.2 V 200 HZ



- 0,956 EU 324.2 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha ..... 27-III-87 .....

Localidad ..... ECHAURI .....

Emplazamiento ... Eb .....

Voladura ... 4a Prueba .....

Canal ..... 3 .....

Captador ... L<sub>1</sub> .....

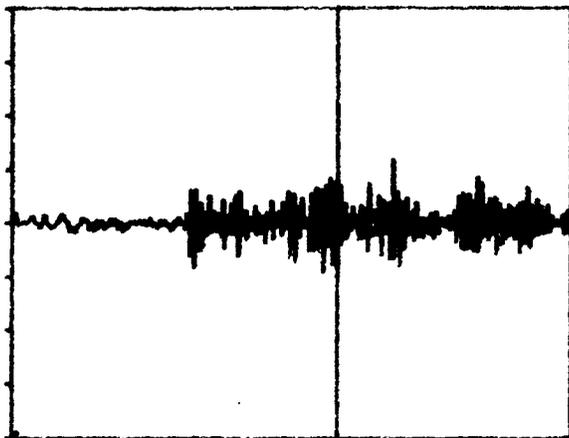
Observaciones .....

+

+

ACELERACION

0.5 V 200 HZ

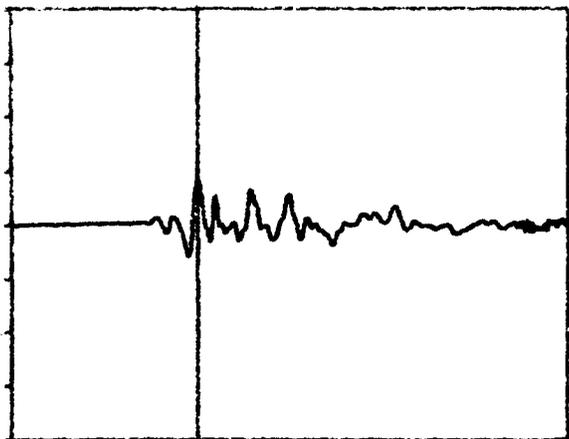


- 12,80 mEU 455.1 mS

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

0.2 V 200 HZ



+ 0,399 EU 261.7 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

27-III-87

Fecha.....

Localidad... ECHAURI.....

Emplazamiento... Eb.....

Voladura... 4a Prueba.....

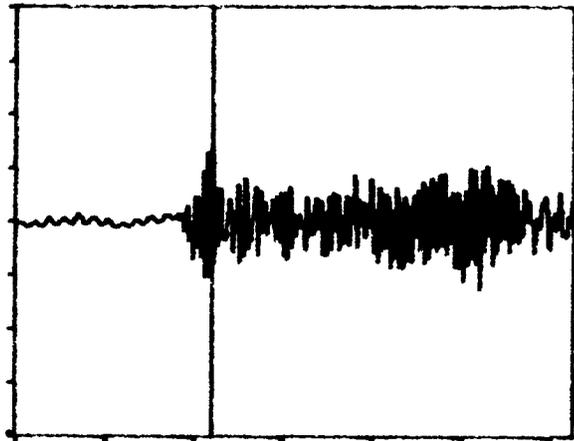
Canal... 4.....

Captador... T.....

Observaciones.....

ACELERACION

0.5 V 500 HZ

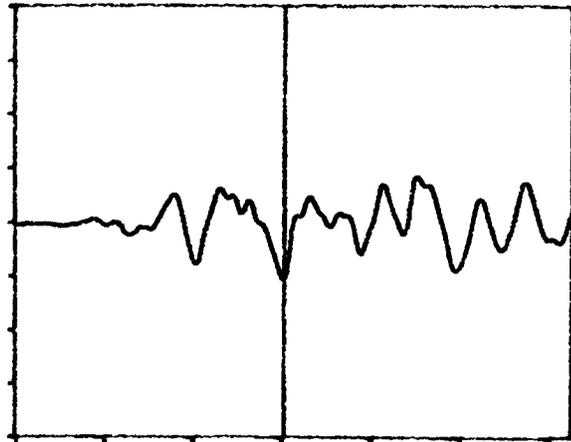


+ 17,10 ■ EU 110.2 ■ S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

0.1 V 500 HZ



+ - 269,7 ■ EU 151.6 ■ S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha ..... 27-III-87 .....

Localidad ..... ECHAURI .....

Emplazamiento ..... Eb .....

Voladura ..... 5a Prueba .....

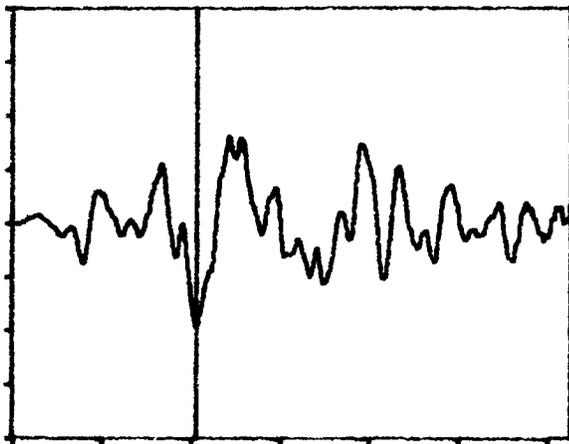
Canal ..... 2 .....

Captador ..... V .....

Observaciones .....

ACELERACION

0.2 V 500 HZ



- 9,71 EU 103.1 mS

DESPLAZAMIENTO

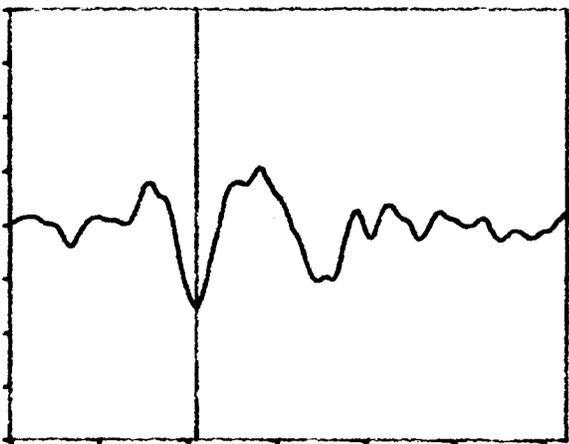
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

VELOCIDAD TOTAL

0.2 V 500 HZ



- 0,077 EU 104.7 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

Fecha ..... 27-III-87 .....

Localidad ..... ECHAURI .....

Emplazamiento ..... Eb .....

Voladura ..... 5ª Prueba .....

Canal ..... 3 .....

Captador ..... L .....

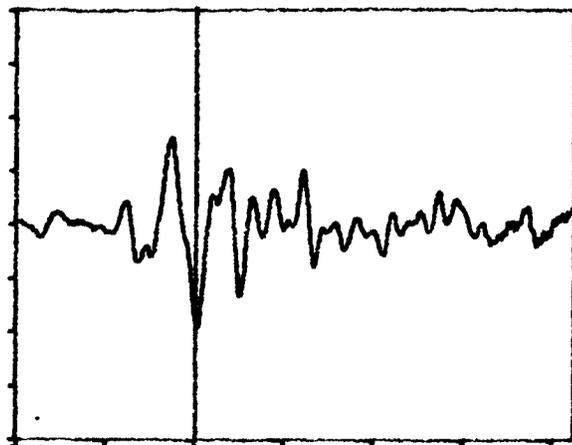
Observaciones .....

ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

0.2 V 500 HZ

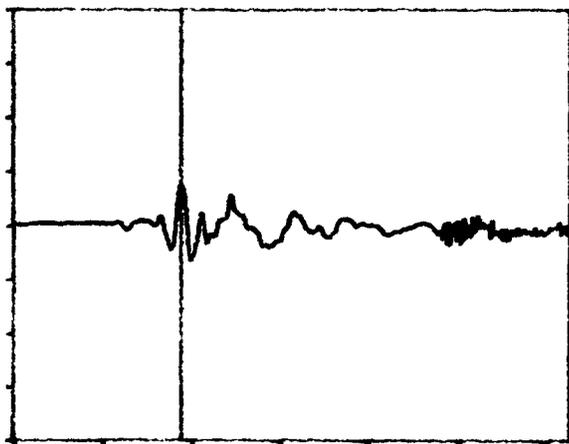


- 9,02 ms EU 100.8 ms

VELOCIDAD TOTAL

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

0.2 V 200 HZ



+ 6,037 ms EU 234.4 ms



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

27-III-87

Fecha.....

Localidad ... ECHAURI .....

Eb

Emplazamiento.....

5ª Prueba

Voladura.....

Canal..... 4 .....

Captador ... T .....

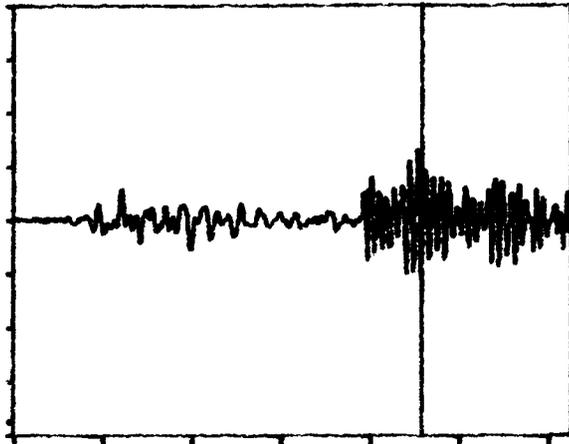
Observaciones .....

ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

0.5 V 200 HZ

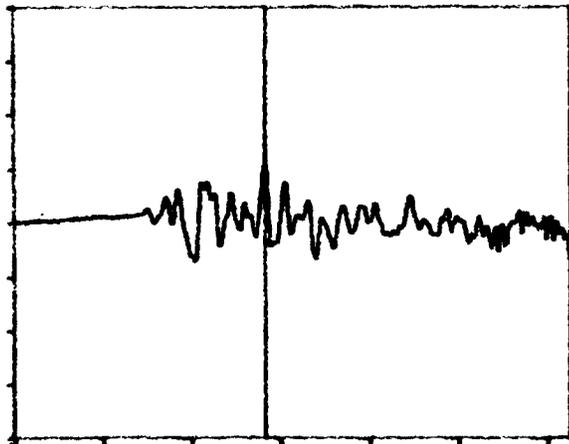


- 16,81 mEU 572.3 ms

VELOCIDAD TOTAL

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

0.1 V 200 HZ



+ 270,1 mEU 353.5 ms



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha.....27-III-87.....

Localidad...ECHAURI.....

Emplazamiento...Eb.....

Voladura...6a Prueba.....

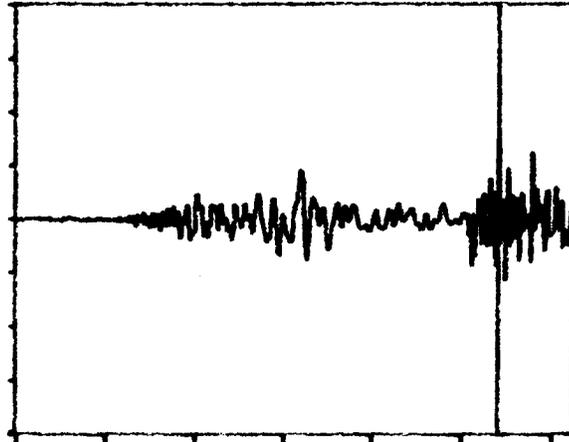
Canal...2.....

Captador...V.....

Observaciones.....

ACELERACION

0.5 V 200 HZ

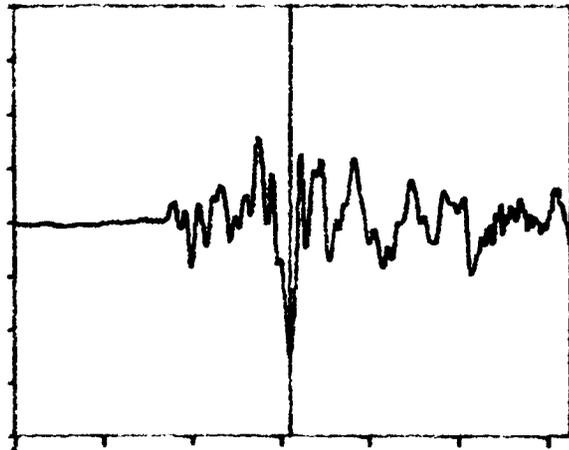


+ 18,84 mEU 675.8 mS

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

0.1 V 200 HZ



+ - 62,40 mEU 389.7 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha ..... 27-III-87

Localidad ..... ECHAURI

Emplazamiento ..... Eb

Voladura ..... 6ª Prueba

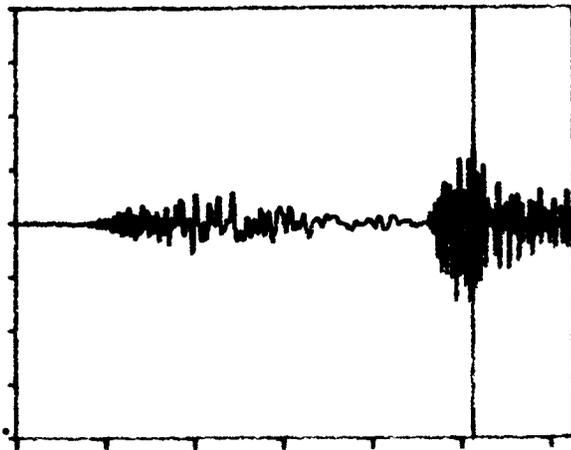
Canal ..... 3

Captador ..... L.

Observaciones .....

ACELERACION

0.5 V 200 HZ

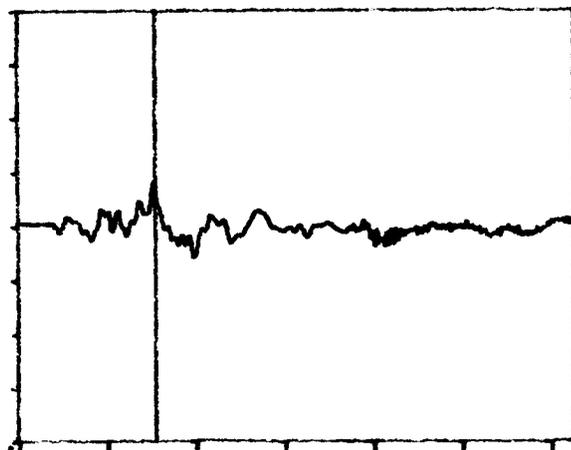


+ 17,21 mEU 640.6 ms

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

0.2 V 200 HZ



+ 0,041 EU 193.4 ms

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 27-III-87

Localidad..... ECHAURI

Emplazamiento..... Eb

Voladura..... 6a Prueba

Canal..... 4

Captador..... T

Observaciones.....

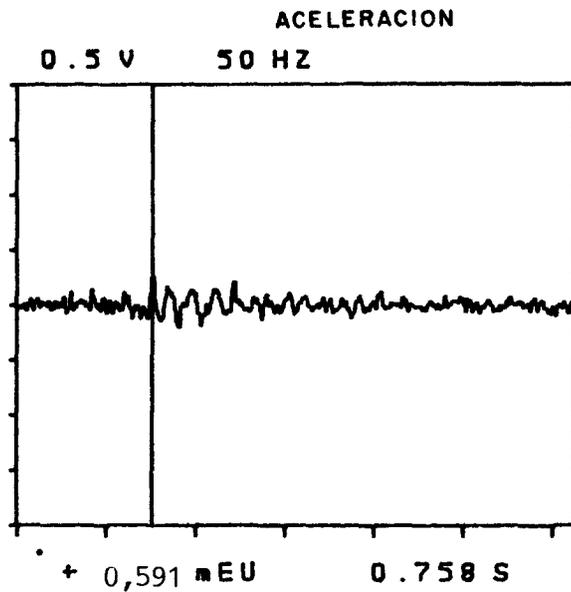
+

+

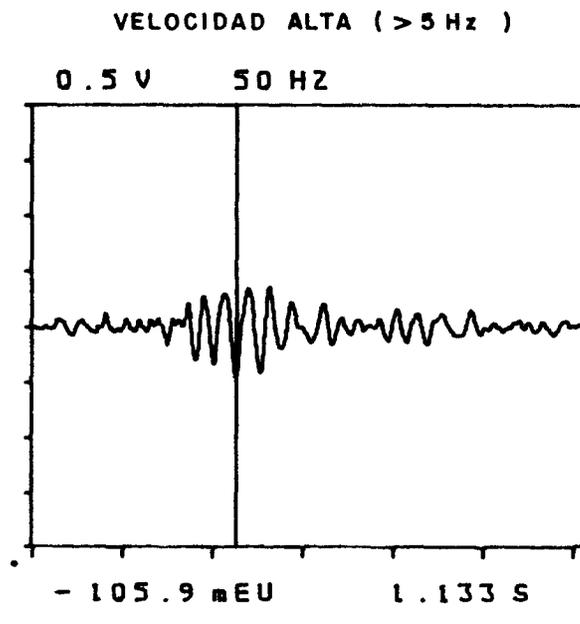
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



DESPLAZAMIENTO



Fecha..... 22-IV-87

Localidad.. E.Tiebas .....

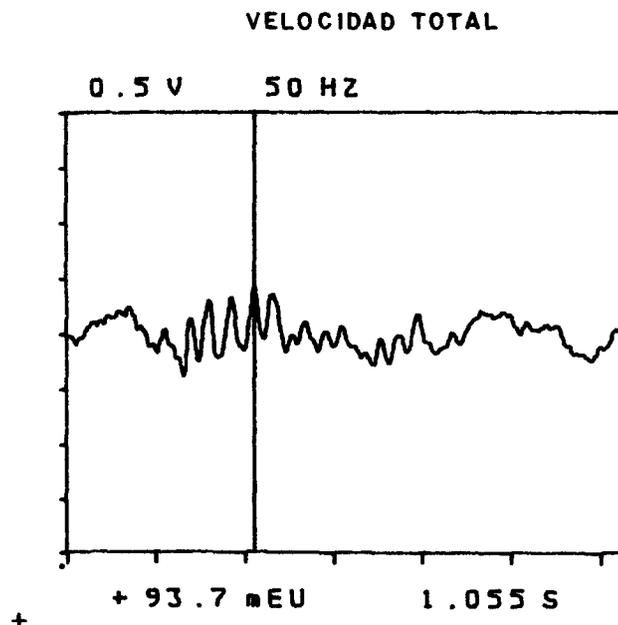
Emplazamiento..... E1V .....

Voladura..... Prueba 7 .....

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

Captador..... Pcb-393C-830 .....

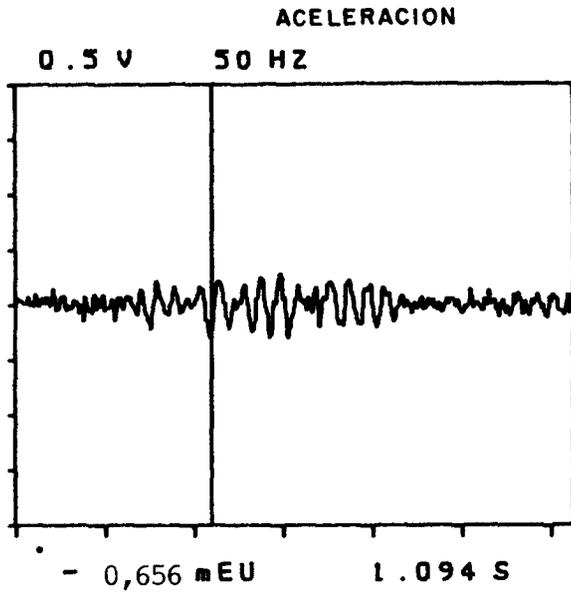
Observaciones..... f=10,63 .....



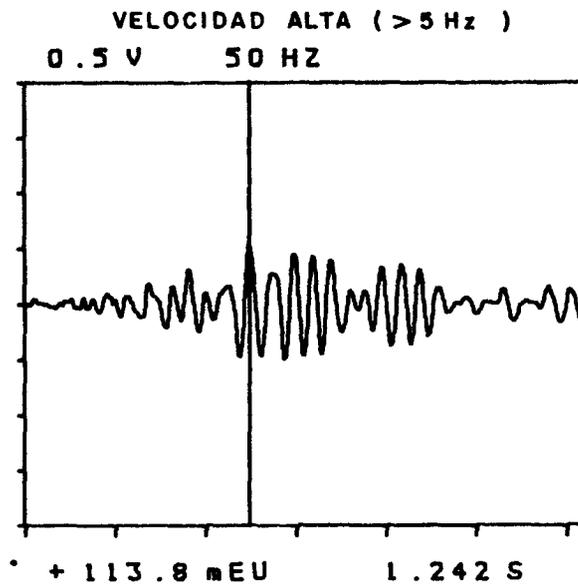
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas



DESPLAZAMIENTO



Fecha..... 22-IV-87

Localidad E.Tiebas

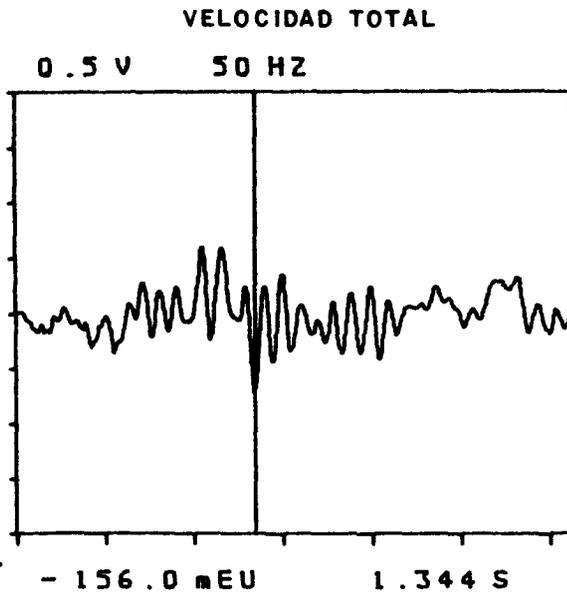
Emplazamiento E2V

Voladura Prueba 7

Canal..... 2

Captador Pcb-393C-831

Observaciones f = 9,80

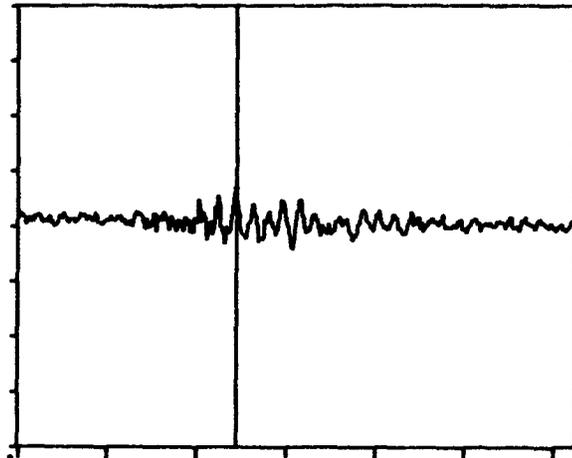


+

+

ACELERACION

0.5 V 50 HZ

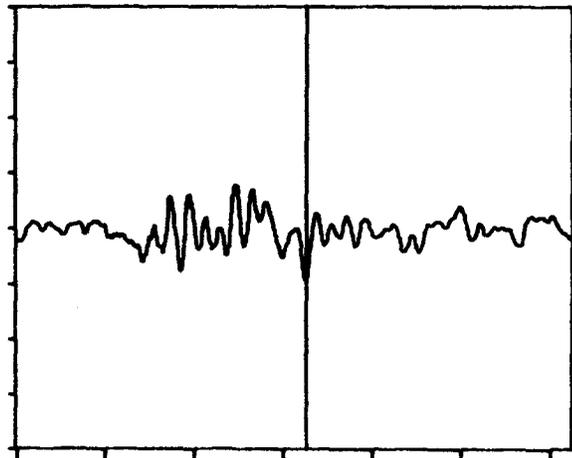


+ 0,796 mEU 1.227 S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

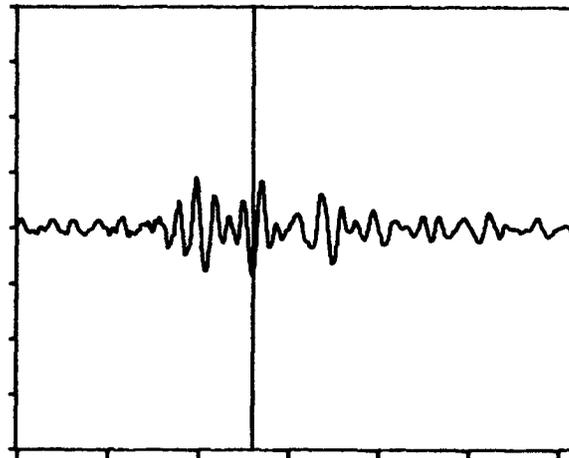
0.5 V 50 HZ



- 106.9 mEU 1.633 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

0.5 V 50 HZ



- 96.8 mEU 1.305 S

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

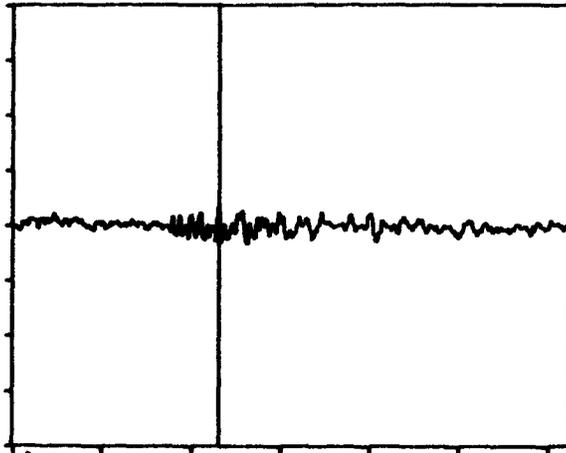


DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 22-IV-87  
 Localidad..... E.Tiebas  
 Emplazamiento..... E3L  
 Voladura..... Prueba 7  
 Canal..... 6  
 Captador..... Pcb-393C-837  
 Observaciones..... f=8,54

ACELERACION

0.5 V 50 HZ



+ 0,381 mEU 1.156 S

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

22-IV-87

Fecha.....

E.Tiebas

Localidad.....

E5V

Emplazamiento.....

Prueba 7

Voladura.....

8

Canal.....

Pcb-393C-839

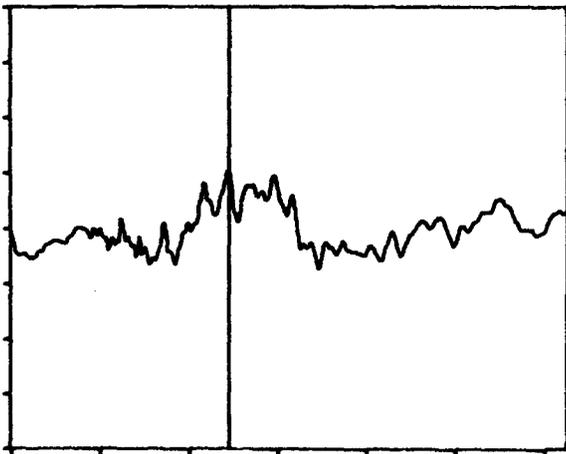
Captador.....

f=32,2

Observaciones.....

VELOCIDAD TOTAL

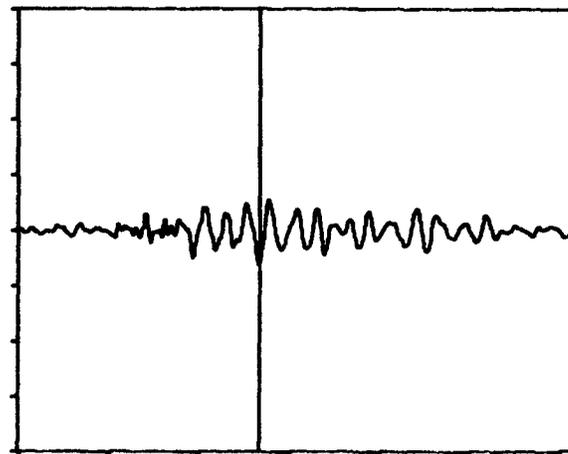
0.5 V 50 HZ



+ 112.4 mEU 1.227 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

0.5 V 50 HZ



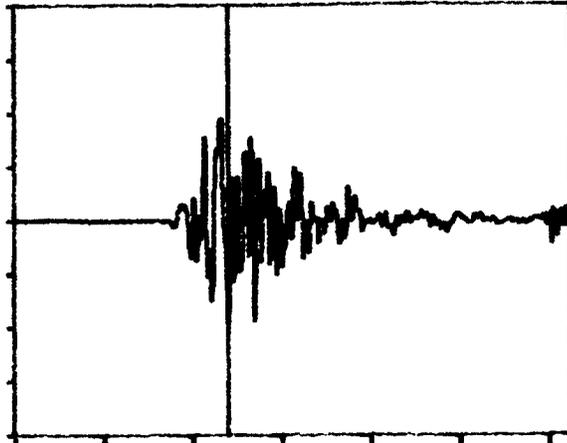
- 69.8 mEU 1.336 S

+

+

ACELERACION

0.5 V 200 HZ

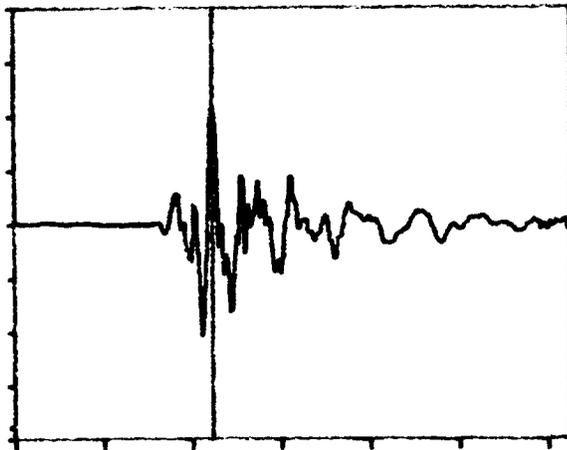


- 24,74 mEU 300.8 ms

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

2 V 200 HZ



+ 1,08 EU 279.3 ms

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha ..... 22-IV-87

Localidad ..... ECHAURI

Emplazamiento ..... Eb.....

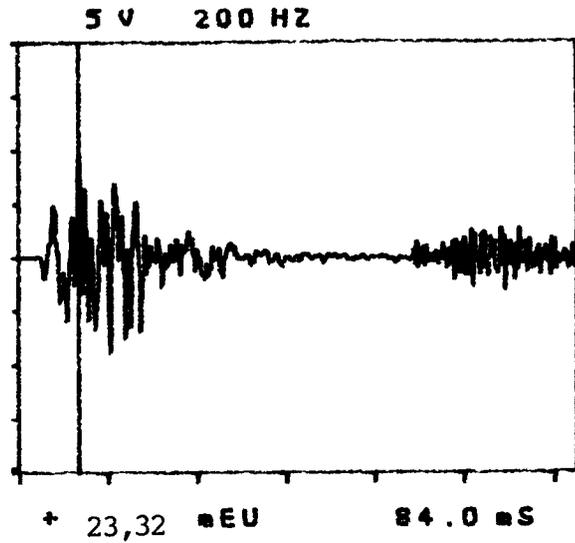
Voladura ..... Prueba 7

Canal ..... 2

Captador ..... V.....

Observaciones .....

ACELERACION



DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

22-IV-87

Fecha.....

ECHAURI

Localidad.....

Eb

Emplazamiento.....

Prueba 7

Voladura.....

3

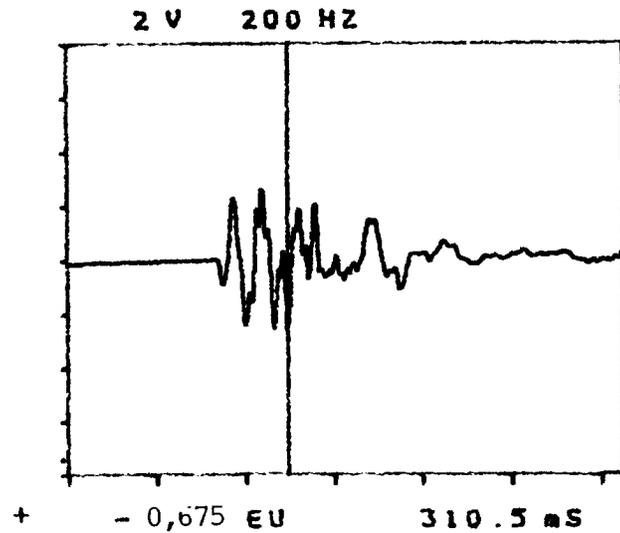
Canal.....

Long

Captador.....

Observaciones.....

VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

+

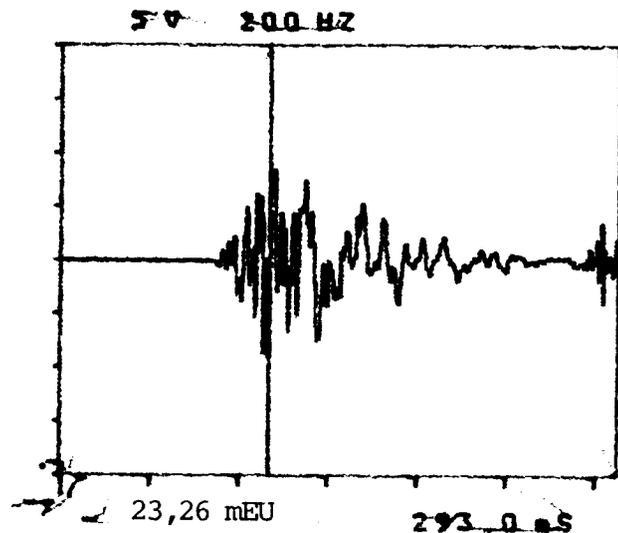
ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

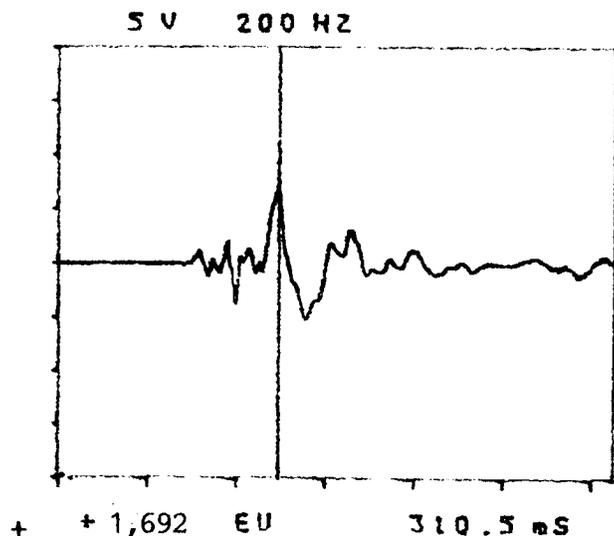


DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

VELOCIDAD TOTAL



Fecha ..... 22-IV-87

Localidad ..... ECHAURI

Emplazamiento ..... Eb

Voladura ..... Prueba 7

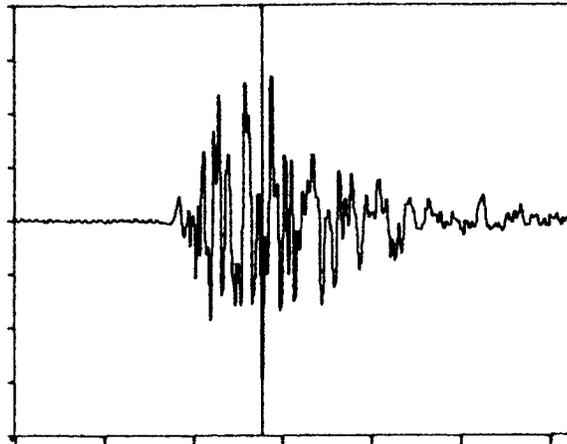
Canal ..... 4

Captador ..... Trans.

Observaciones .....

ACELERACION

2 V 200 HZ



- 14,70 mEU 347.7 mS

DESPLAZAMIENTO

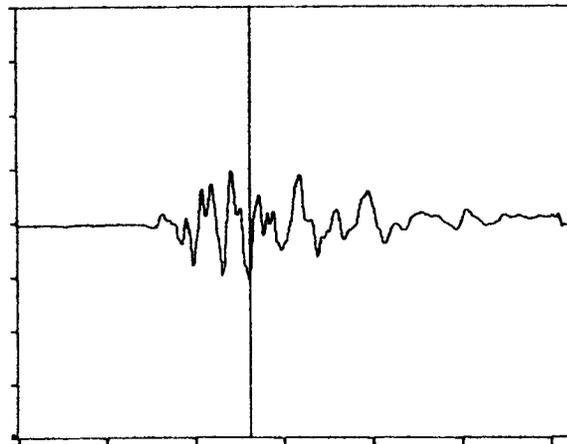
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

VELOCIDAD TOTAL

2 V 200 HZ



+ - 0,542 EU 328.1 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

Fecha.....22-IV-87.....

Localidad.....ECHAURI.....

Emplazamiento.....Eb.....

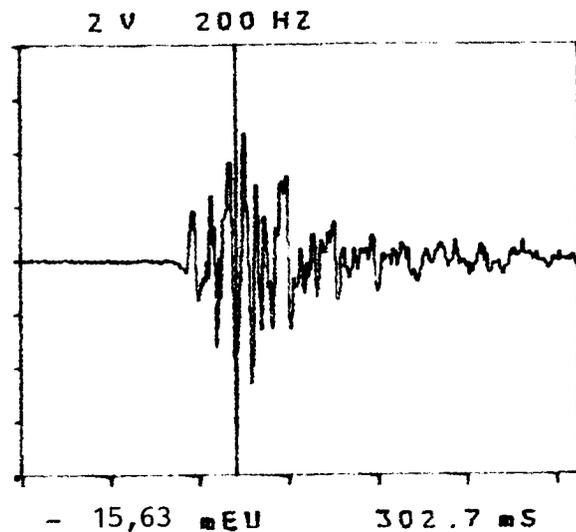
Voladura.....Prueba 8.....

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

Captador.....V.....

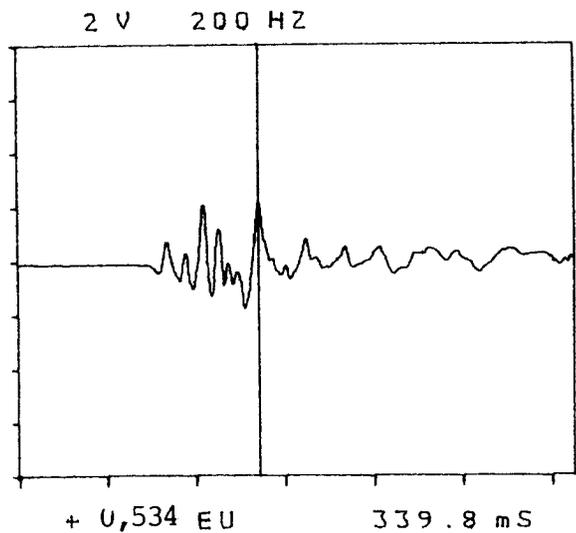
Observaciones.....

ACELERACION



DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

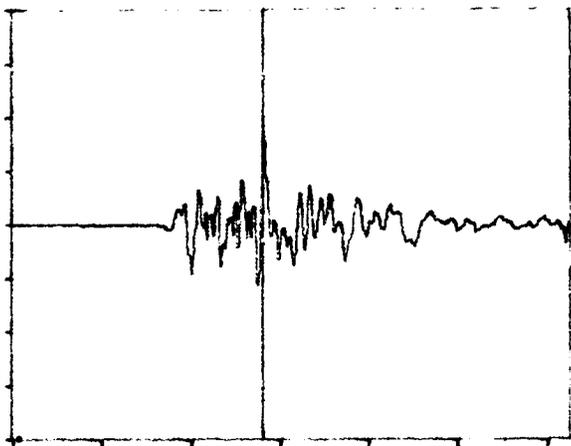


DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 23-IV-87  
 Localidad..... ECHAURI  
 Emplazamiento..... Eb  
 Voladura..... Prueba 8  
 Canal..... 3  
 Captador..... Long.  
 Observaciones.....

ACELERACION

5 V 200 HZ

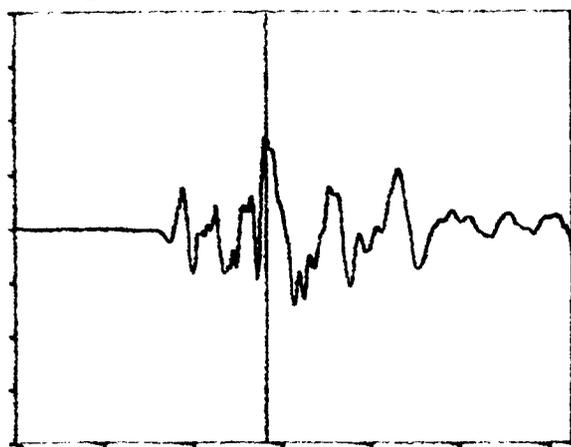


+ 20,22 mEU 351,6 mS

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

2 V 200 HZ



+ 0,854 EU 353,5 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha.....23-IV-87.....

Localidad...ECHAURI.....

Emplazamiento...Eb.....

Voladura...Prueba 8.....

Canal...4.....

Captador...Trans.....

Observaciones.....

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

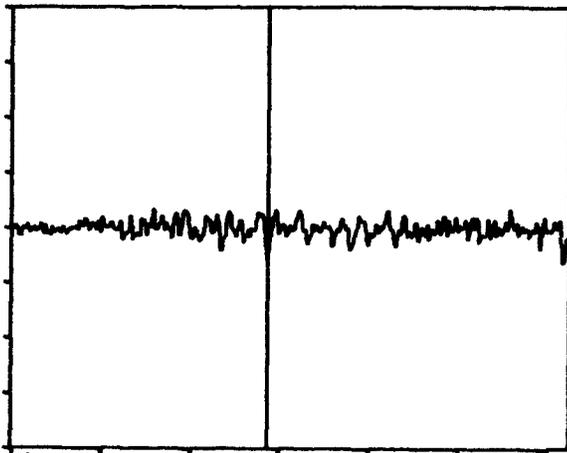


DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 22-IV-87  
Localidad ..E.. Tiebas.....  
Emplazamiento..... E2V.....  
Voladura ..... Prueba 9.....  
Candl..... 2.....  
Captador ..... Pcb-393C-831.....  
Observaciones ..... f=10,75.....

ACELERACION

0.5 V 50 HZ

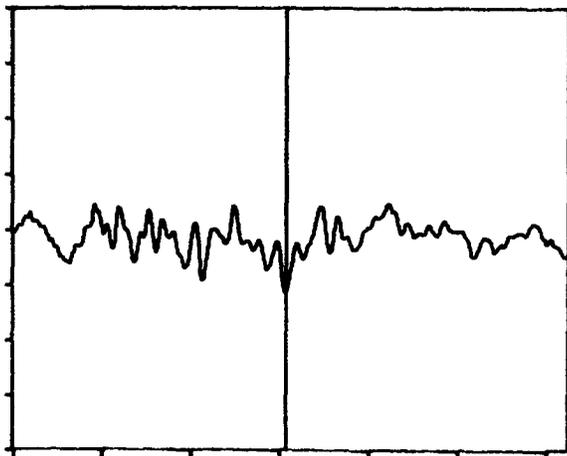


- 0,654 mEU 1.438 S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

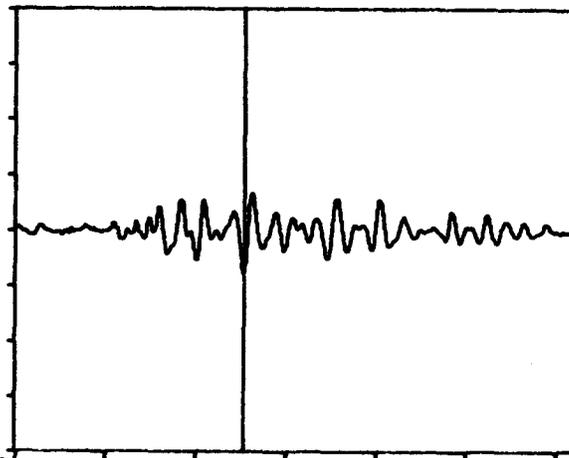
0.5 V 50 HZ



- 124.2 mEU 1.539 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

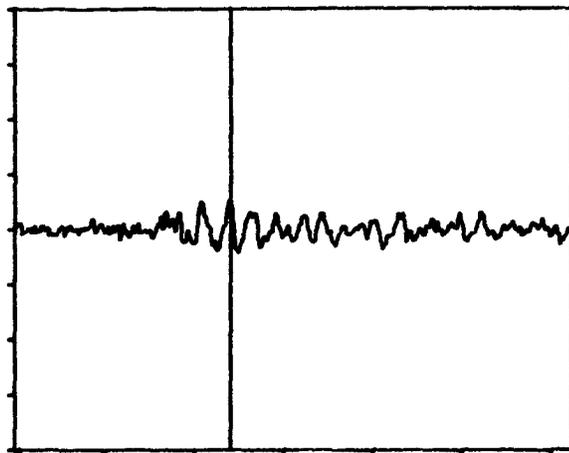
0.5 V 50 HZ



- 86.4 mEU 1.266 S

ACELERACION

0.5 V 50 HZ

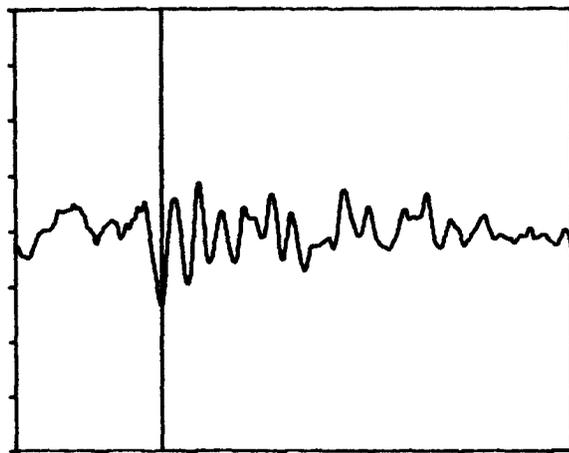


+ 0,601 mEU 1.211 S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

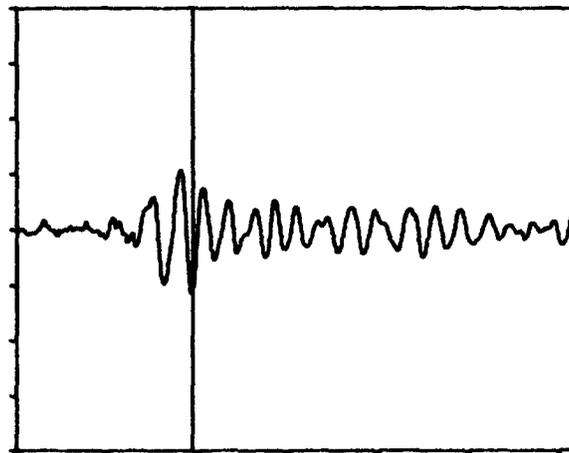
0.5 V 50 HZ



+ - 150.2 mEU 0.820 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

0.5 V 50 HZ



+ - 129.1 mEU 0.969 S

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

22-IV-87  
 Fecha.....  
 E.Tiebas  
 Localidad.....  
 E2L  
 Emplazamiento.....  
 Prueba 9  
 Voladura.....  
 3  
 Canal.....  
 Pcb-393C-834  
 Captador.....  
 f=8,54  
 Observaciones.....

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

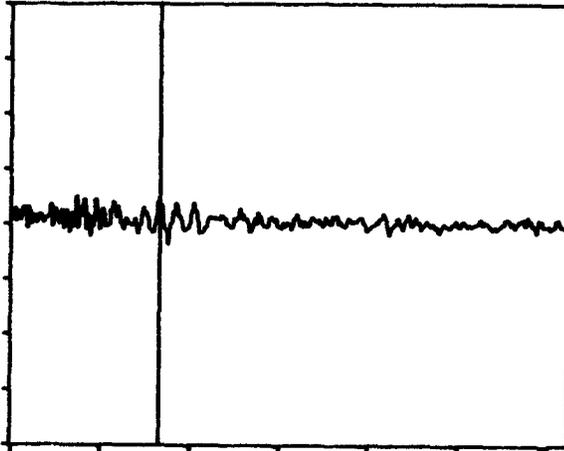


DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha ..... 22-IV-87 .....  
Localidad ..... E. Tiebas .....  
Emplazamiento ..... E3L .....  
Voladura ..... Prueba 9 .....  
Canal ..... 6 .....  
Captador ..... Pcb-393C-837 .....  
Observaciones ..... f=11,6 .....

ACELERACION

0.5 V 50 HZ

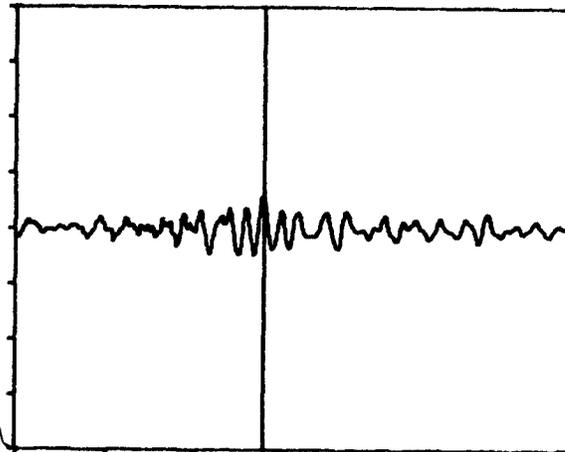


+ 0,510 mEU 0.828 S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

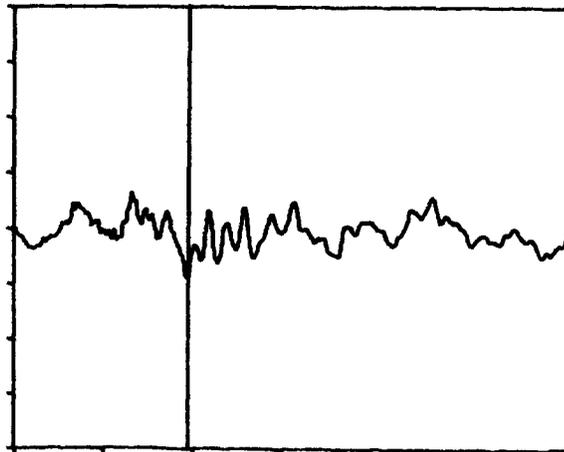
0.5 V 50 HZ



+ 66.7 mEU 1.375 S

VELOCIDAD TOTAL

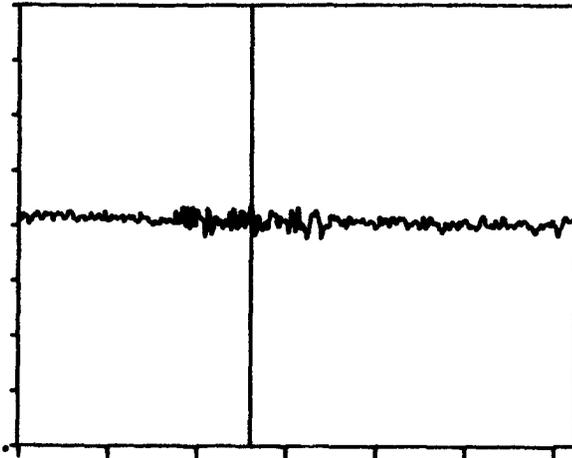
0.5 V 50 HZ



- 102.5 mEU 0.977 S

ACELERACION

0.5 V 50 HZ

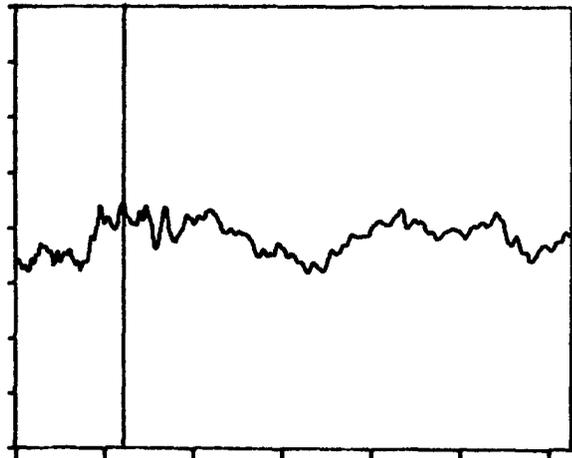


+ 0,435 mEU 1.305 S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

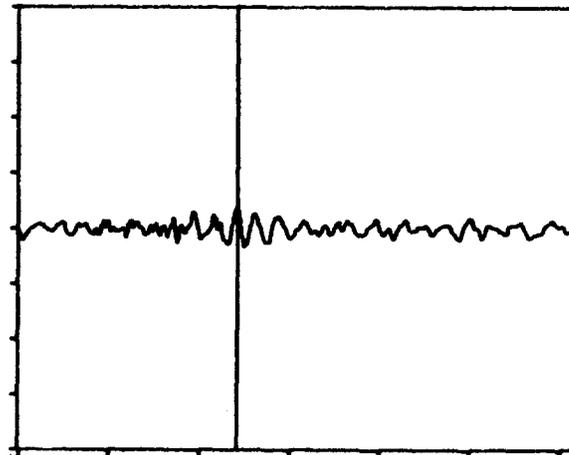
0.5 V 50 HZ



+ 48.0 mEU 0.609 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

0.5 V 50 HZ



+ 41.1 mEU 1.211 S

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

22-IV-87

Fecha .....

E.Tiebas

Localidad .....

E5V

Emplazamiento .....

Prueba 9

Voladura .....

8

Canal .....

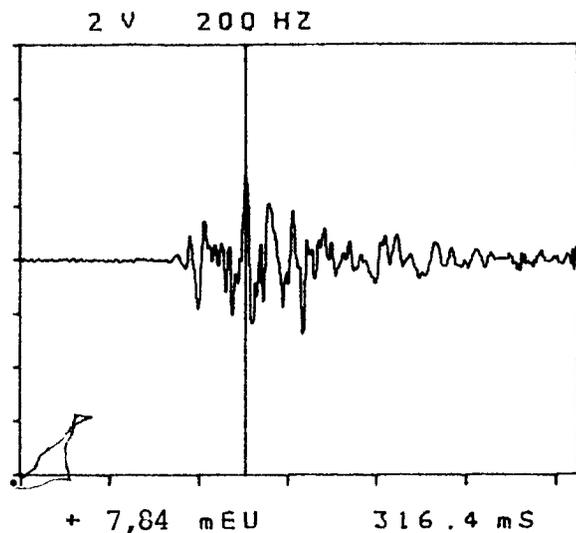
Pcb-393C-839

Captador .....

f=18,1

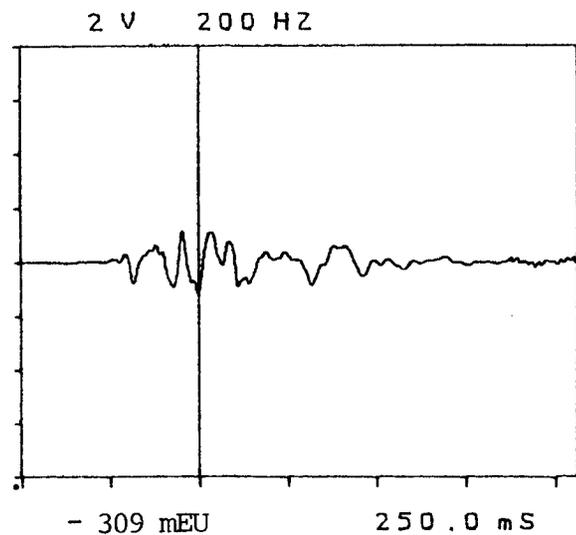
Observaciones .....

ACELERACION



DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha ..... 23-IV-87 .....

Localidad ..... ECHAURI .....

Emplazamiento ..... Eb .....

Voladura ..... Prueba 9 .....

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

Captador ..... V .....

Observaciones .....

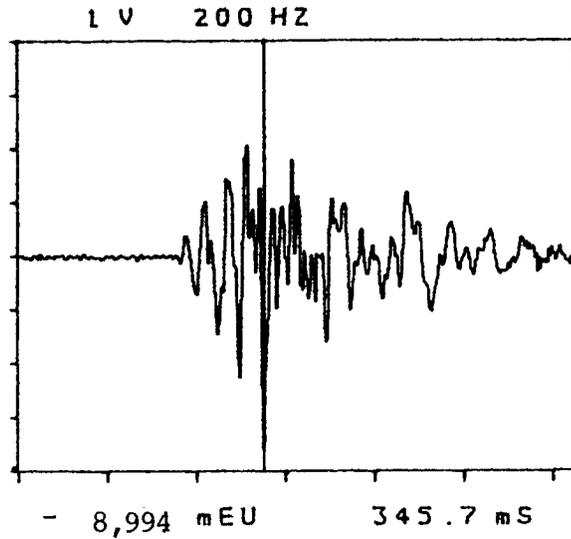
ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

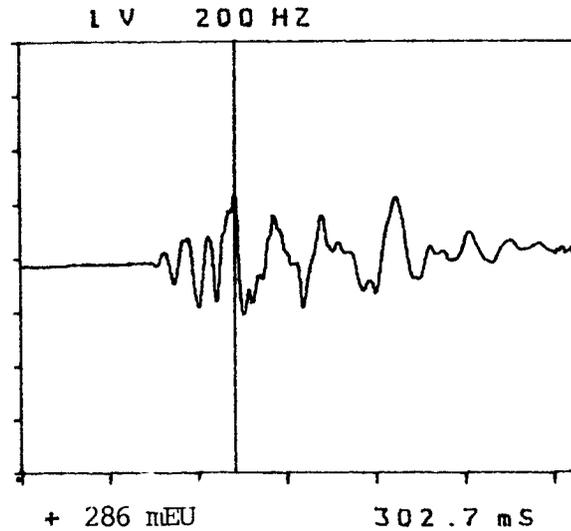


DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

VELOCIDAD TOTAL



Fecha..... 23-IV-87

Localidad ..... ECHAURI

Emplazamiento ..... Eb

Voladura ..... Prueba 9

Canal..... 3

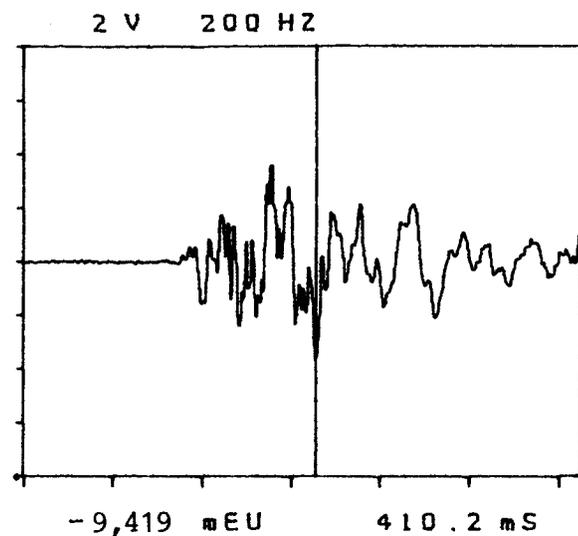
Captador ..... Long.

Observaciones .....

+

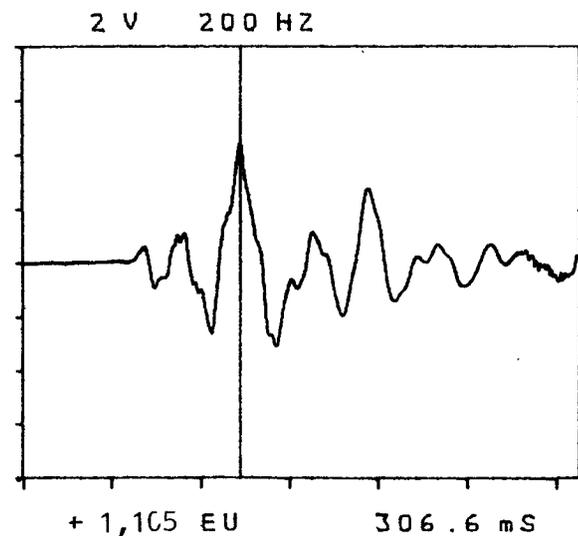
+

ACELERACION



DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha.....23-IV-87.....  
 Localidad.....ECHAURI.....  
 Emplazamiento.....Eb.....  
 Voladura.....Prueba 9.....  
 Canal.....4.....  
 Captador.....Trans.....  
 Observaciones.....

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

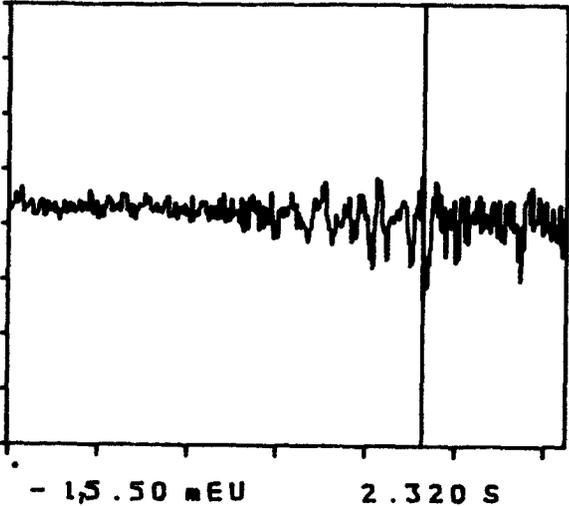


DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 23-IV-87  
 Localidad..... E. Tiebas  
 Emplazamiento..... E2V  
 Voladura..... Prueba 10  
 Canal..... 2  
 Captador..... Pcb-393C-831  
 Observaciones..... f= 12,8

ACELERACION

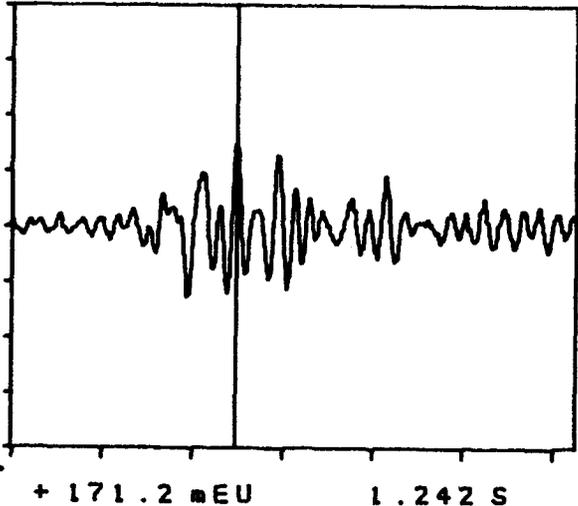
0.5 V 50 HZ



DESPLAZAMIENTO

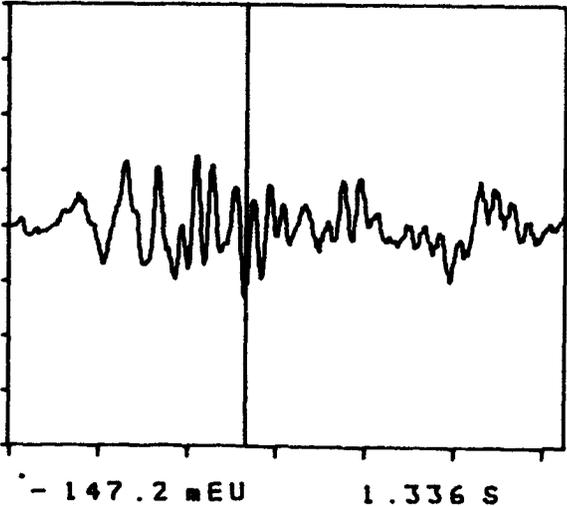
VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

0.5 V 50 HZ



VELOCIDAD TOTAL

0.5 V 50 HZ



+

+

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

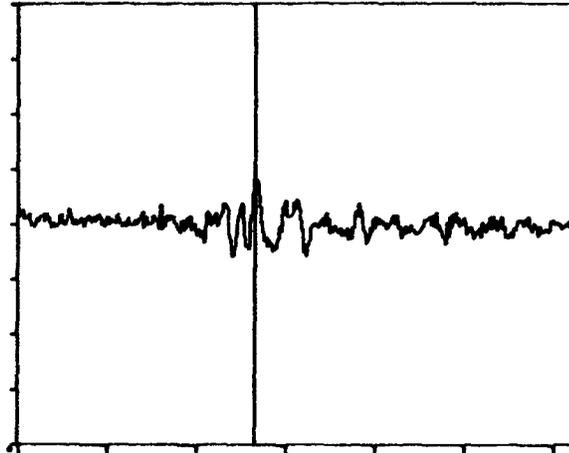


DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 22-IV-87  
Localidad..... E.Tiebas  
Emplazamiento..... E3L  
Voladura..... Prueba 10  
Canal..... 6  
Captador..... Pcb-393C-837  
Observaciones..... f=6,75

ACELERACION

0.5 V 50 HZ

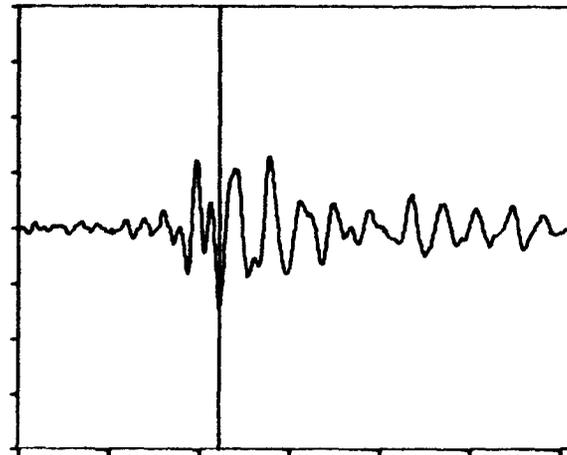


+ 0,936 mEU 1.328 S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

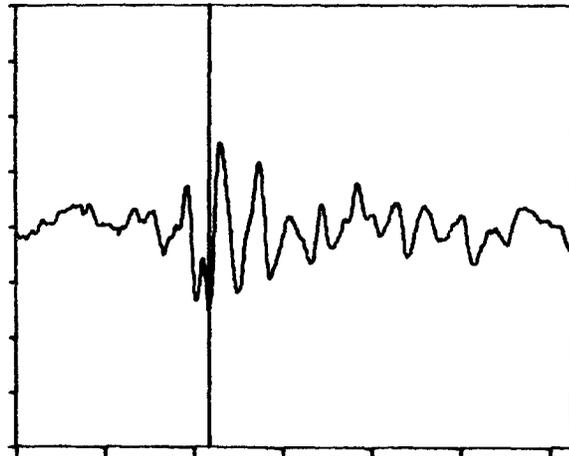
0.5 V 50 HZ



- 164.0 mEU 1.109 S

VELOCIDAD TOTAL

0.5 V 50 HZ



- 171.0 mEU 1.086 S

+

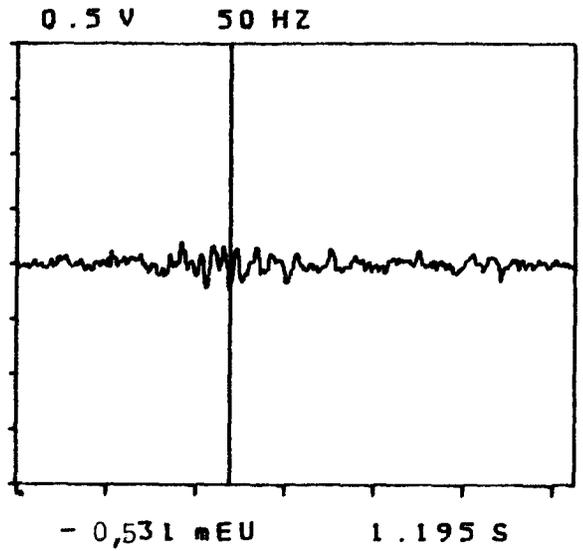
+



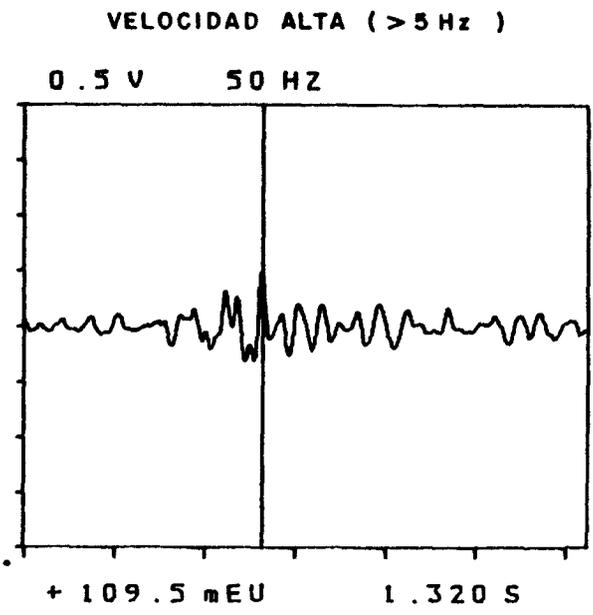
DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 22-IV-87  
 Localidad..... E.Tiebas  
 Emplazamiento..... E5V  
 Voladura... Prueba 10  
 Canal..... 8  
 Captador... Pcb-393C-839  
 Observaciones..... f=12,8

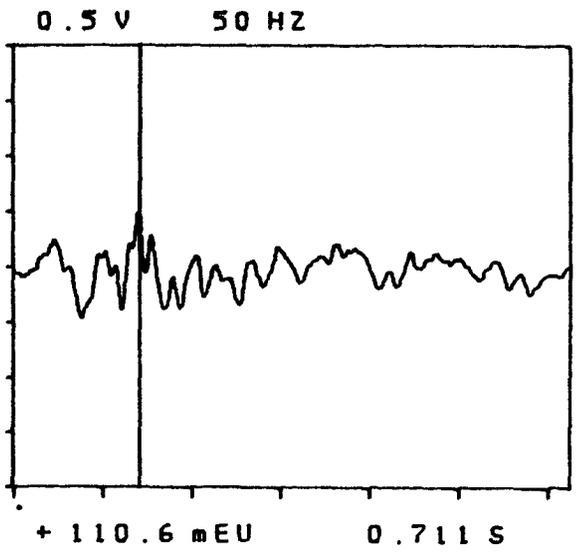
ACELERACION



DESPLAZAMIENTO



VELOCIDAD TOTAL



ACELERACION

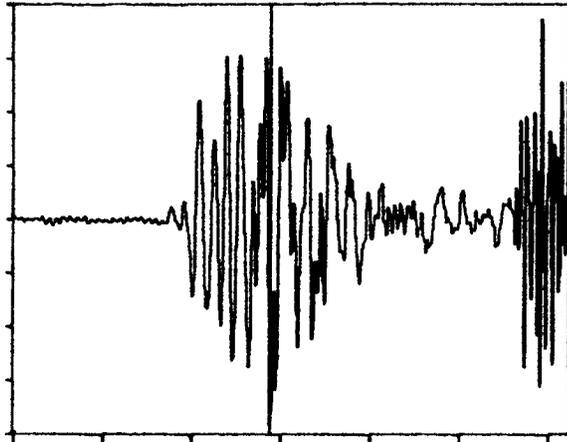
DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

1 V 200 HZ

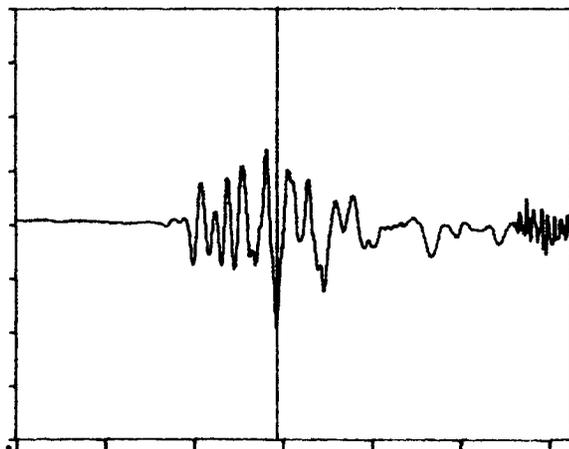


- 9,59 mEU 361.3 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

VELOCIDAD TOTAL

1 V 200 HZ



- 478,8 mEU 367.2 mS

Fecha..... 23-IV-87

Localidad..... ECHAURI

Emplazamiento..... Eb

Voladura..... Prueba 10

Canal..... 2

Captador..... V

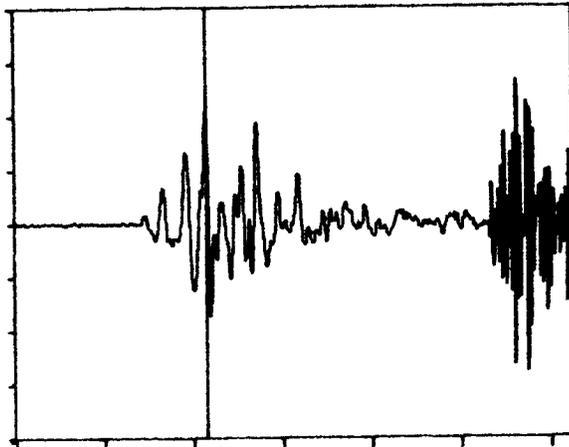
Observaciones.....

+

+

ACELERACION

2 V 200 HZ

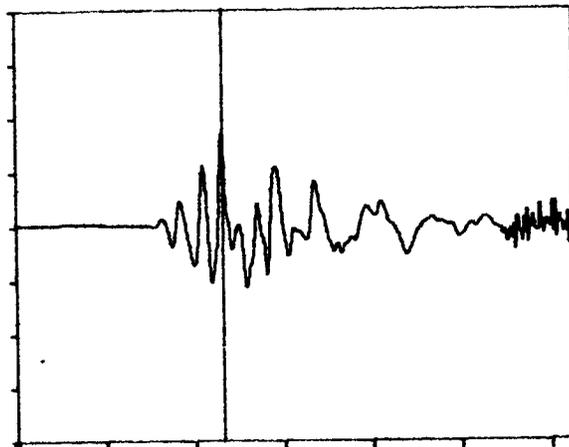


+ 10,44 mEU 269.5 mS

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

1 V 200 HZ



+ 429,4 mEU 291.0 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 23-IV-87

Localidad..... ECHAURI

Emplazamiento..... Eb

Voladura..... Prueba 10

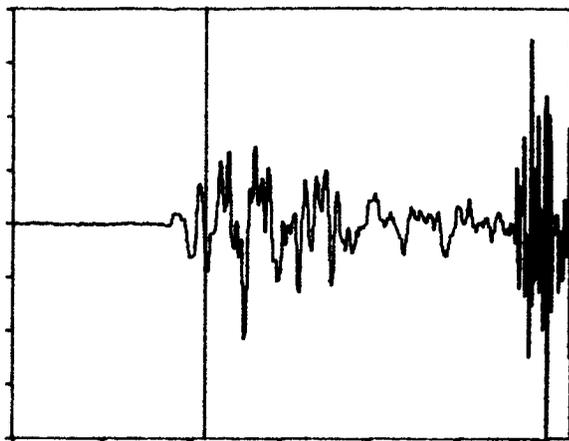
Canal..... 3

Captador..... Long.

Observaciones.....

ACELERACION

2 V 200 HZ

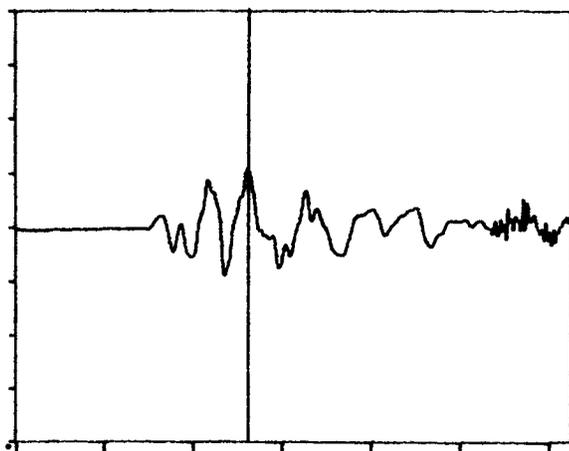


- 2,82 mEU 269,5 mS

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

2 V 200 HZ



+ 550 mEU 328,1 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

23-IV-87  
 Fecha.....  
 Localidad..... ECHAURI  
 Emplazamiento..... Eb  
 Voladura..... Prueba 10  
 Canal..... 4  
 Captador..... Trans.  
 Observaciones.....

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

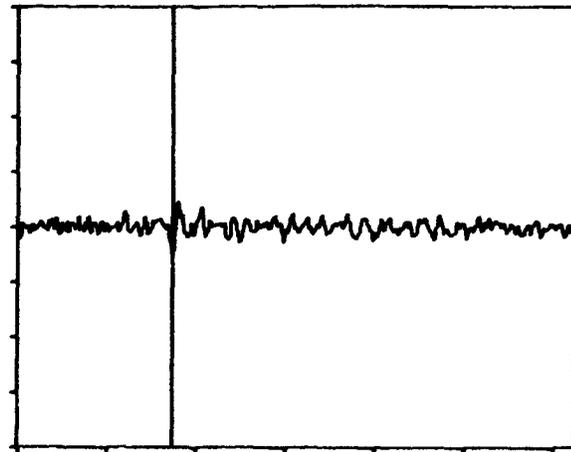


DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 22-IV-87  
 Localidad..... E.Tiebas  
 Emplazamiento..... E2V  
 Voladura.. Prueba .11.....  
 Canal..... 2.....  
 Captador .. Pcb-393C-831.....  
 Observaciones ... f=18,5.....

ACELERACION

0.5 V 50 HZ



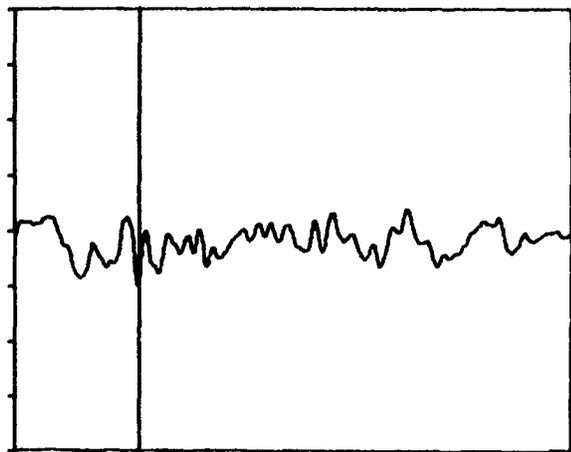
-0,522 mEU 0.867 S

DESPLAZAMIENTO

.

VELOCIDAD TOTAL

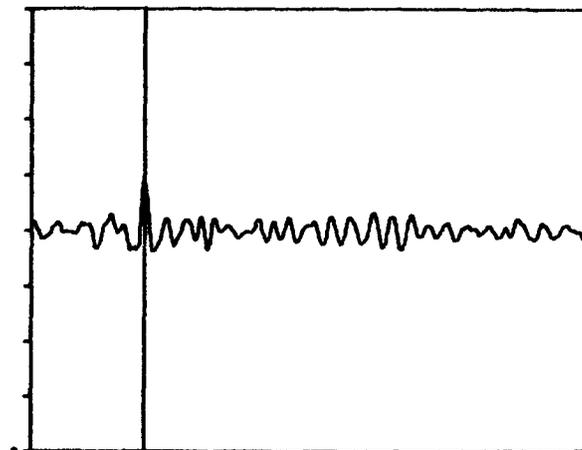
0.5 V 50 HZ



- 108.8 mEU 0.703 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

0.5 V 50 HZ

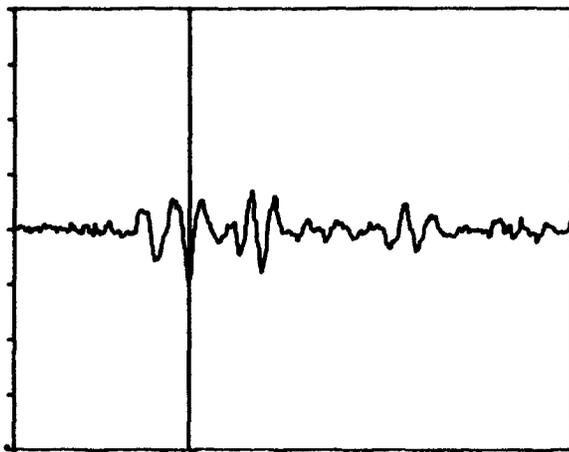


+ 95.4 mEU 0.625 S

+ +

ACELERACION

0.5 V 50 HZ

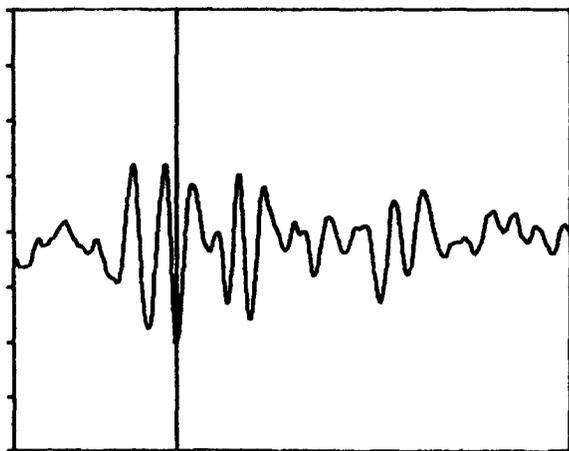


- 10.17 mEU 0.977 S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

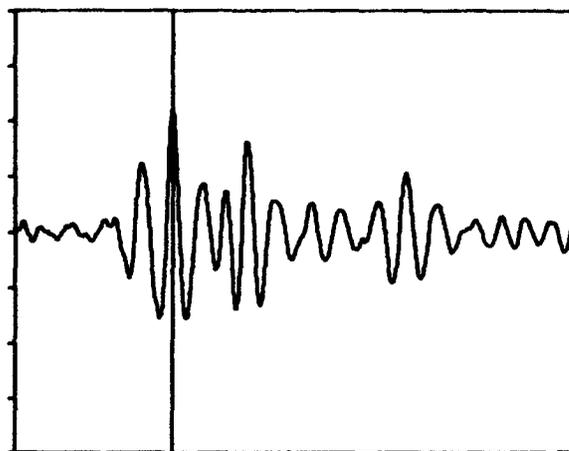
0.5 V 50 HZ



- 222.2 mEU 0.914 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

0.5 V 50 HZ



+ 243.0 mEU 0.867 S

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 22-IV-85

Localidad..... E.Tiebas

Emplazamiento..... E2L

Voladura..... Prueba 11

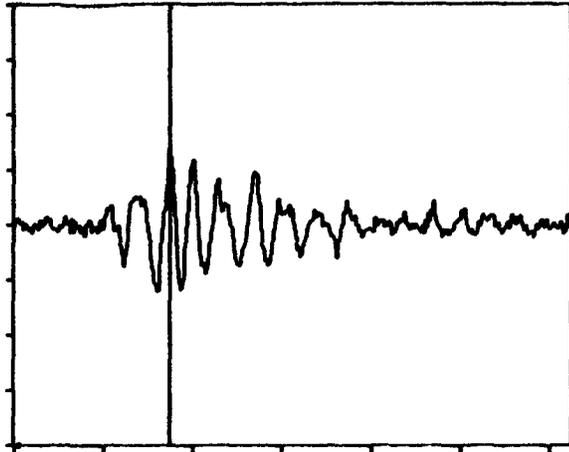
Canal..... 3

Captador..... Pcb-393C-834

Observaciones.....  $f = 6.09$

ACELERACION

0.5 V 50 HZ

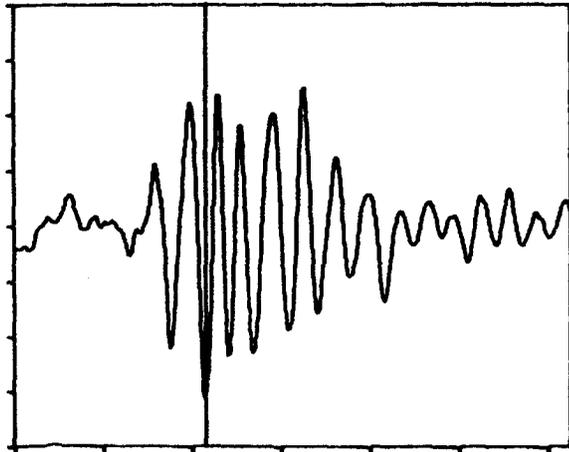


+ 1,5 .03 mEU 0.875 S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

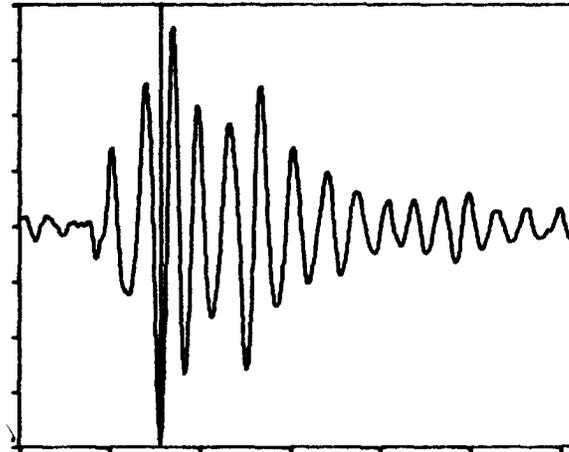
0.5 V 50 HZ



- 340.3 mEU 1.078 S

VELOCIDAD ALTA (>5 Hz)

0.5 V 50 HZ



- 417.1 mEU 0.781 S

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 22-IV-85

Localidad..... E.Tiebas

Emplazamiento..... E2T

Voladura..... Prueba 11

Canal..... 4

Captador..... Pcb-393C-835

Observaciones..... f=8

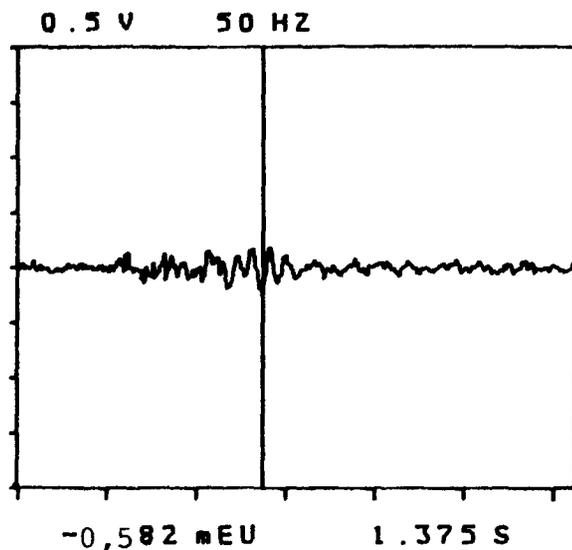
ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

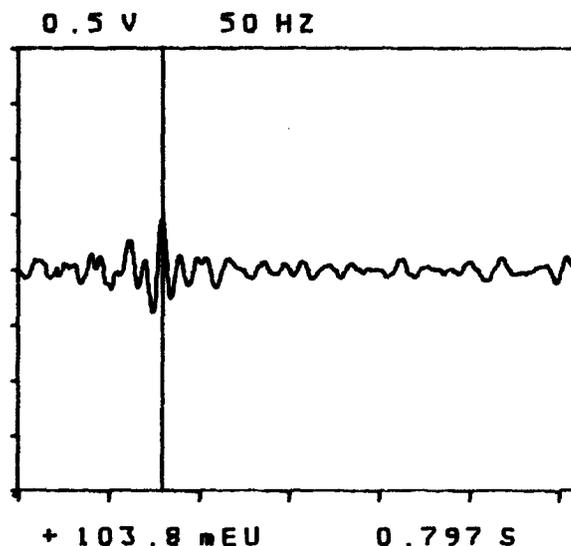
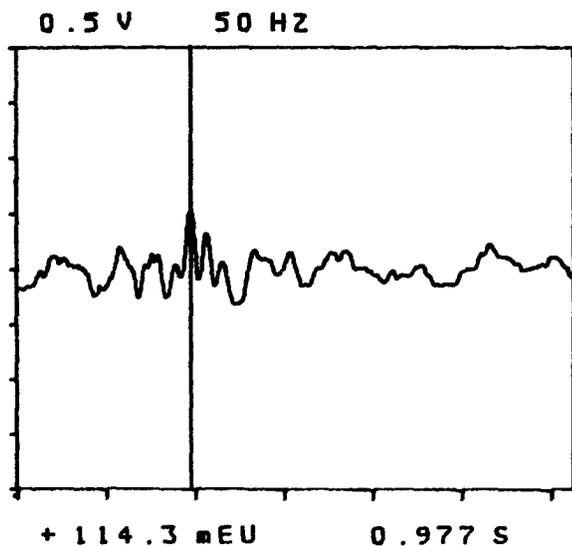


DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas



VELOCIDAD TOTAL

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



Fecha..... 22-IV-85

Localidad..... E.Tiebas

Emplazamiento..... E3L

Voladura..... Prueba 11

Canal..... 6

Captador..... Pcb-393C-837

Observaciones..... f=10,6

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

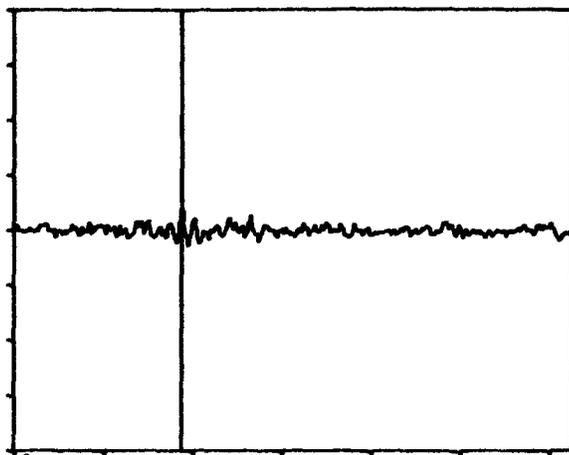


DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 22-IV-85  
 Localidad..... E.Tiebas  
 Emplazamiento..... E5V  
 Voladura..... Prueba 11  
 Canal..... 8  
 Captador..... Pcb-393C-839  
 Observaciones.....  $f=15,8$

ACELERACION

0.5 V 50 HZ

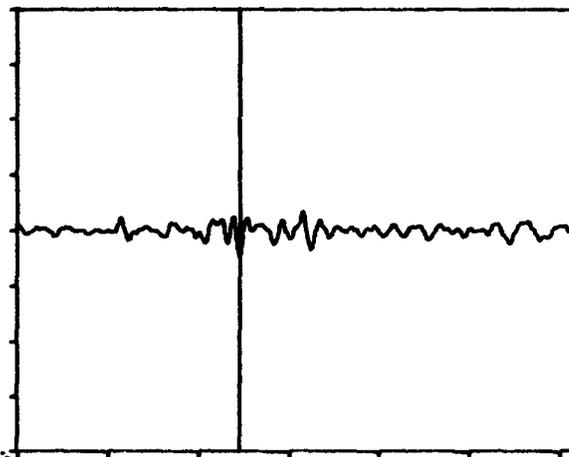


+ 0,448 mEU 0.938 S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

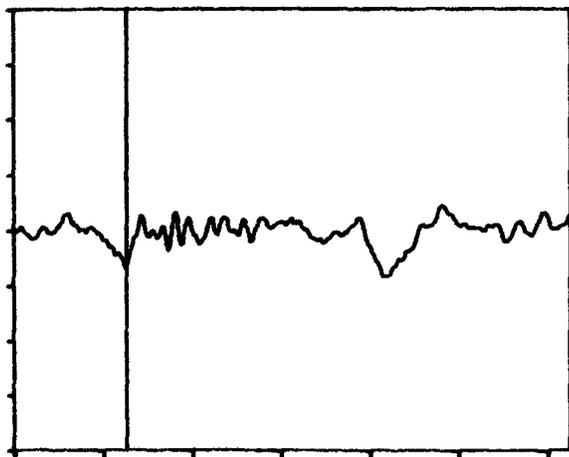
0.5 V 50 HZ



- 53.8 mEU 1.227 S

VELOCIDAD TOTAL

0.5 V 50 HZ



+ - 78.2 mEU 0.633 S

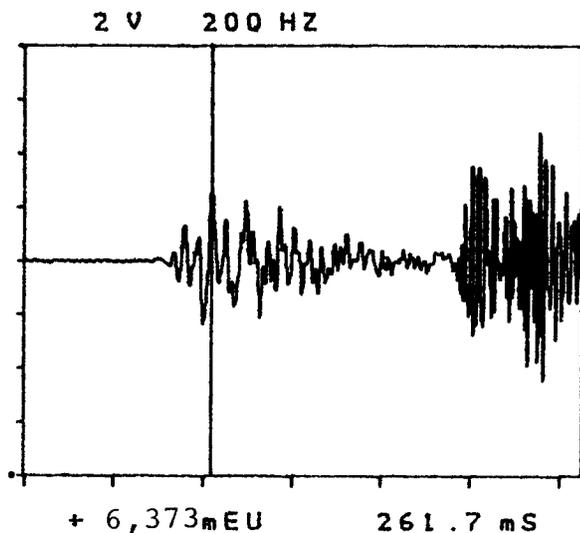
ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

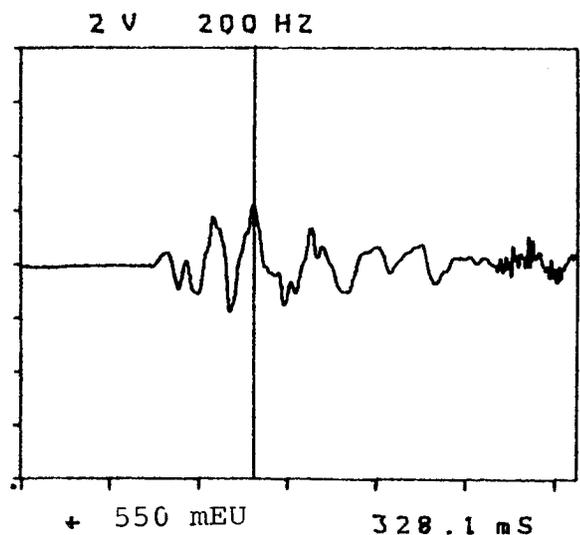


DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

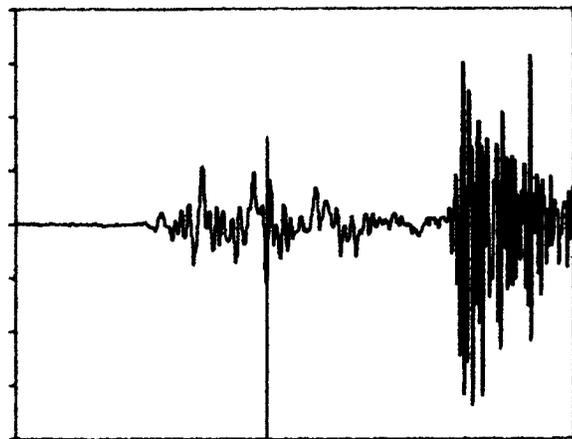
VELOCIDAD TOTAL



23-IV-87  
 Fecha.....  
 Localidad..... ECHAURI  
 Emplazamiento..... Eb  
 Voladura..... Prueba 11  
 Canal..... 2  
 Captador..... V  
 Observaciones.....

ACELERACION

2 V 200 HZ

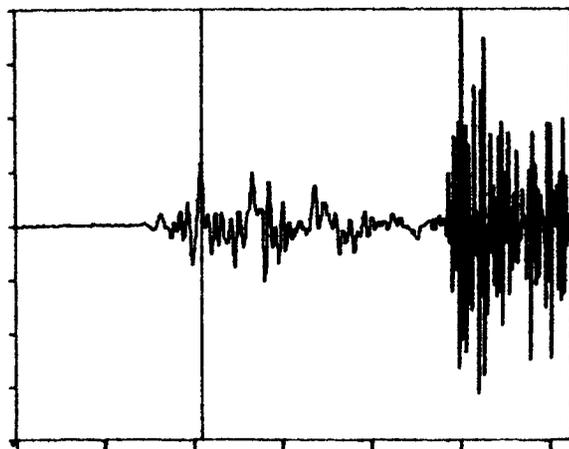


- 5,64 mEU 351.6 mS

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

2 V 200 HZ



+ 583,7 mEU 261.7 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

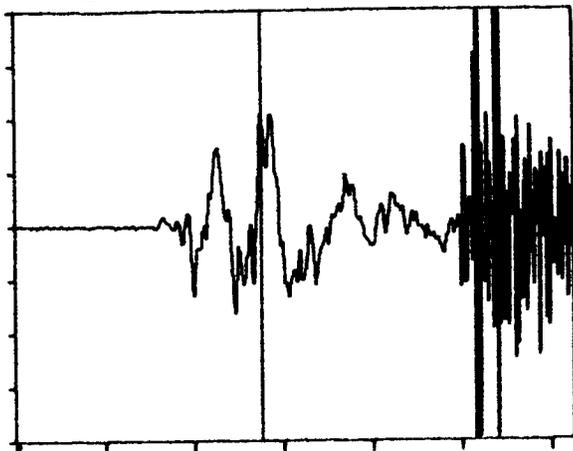


DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 23-IV-87  
 Localidad..... ECHAURI  
 Emplazamiento... Eb.....  
 Voladura..... Prueba 5  
 Canal..... 3  
 Captador..... Long.  
 Observaciones.....

ACELERACION

2 V 200 HZ



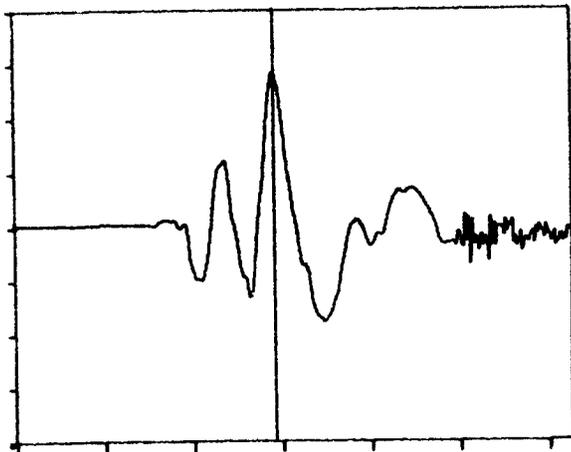
+ 10,47 mEU

345.7 mS

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

2 V 200 HZ



+ 1,429 EU

365.2 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

23-IV-87

Fecha.....

ECHAURI

Localidad.....

Eb

Emplazamiento.....

Voladura... Prueba..5.....

4

Canal.....

Trans.

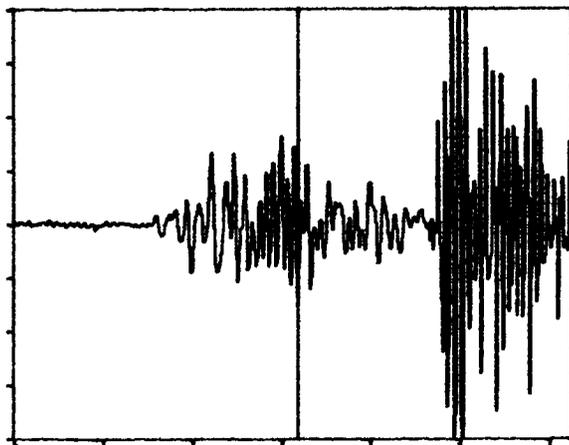
Captador.....

Observaciones.....

+

ACELERACION

1 V 200 HZ



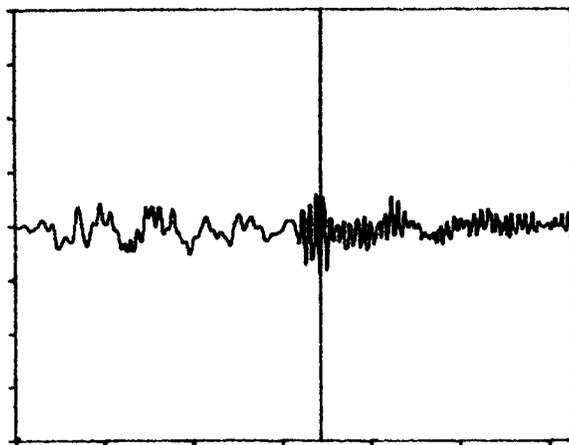
- 3,879 mEU

398.4 mS

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

1 V 200 HZ



- 2,242 mEU

429.7 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 23-IV-87

Localidad..... ECHAURI

Emplazamiento..... Eb

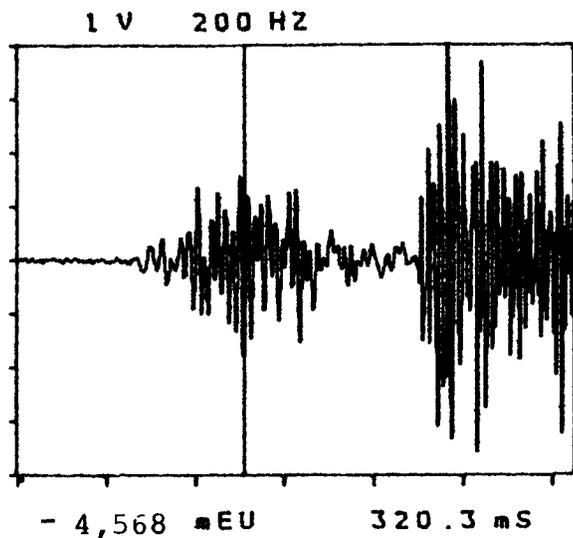
Voladura..... Prueba 12

Canal..... 2

Captador..... V

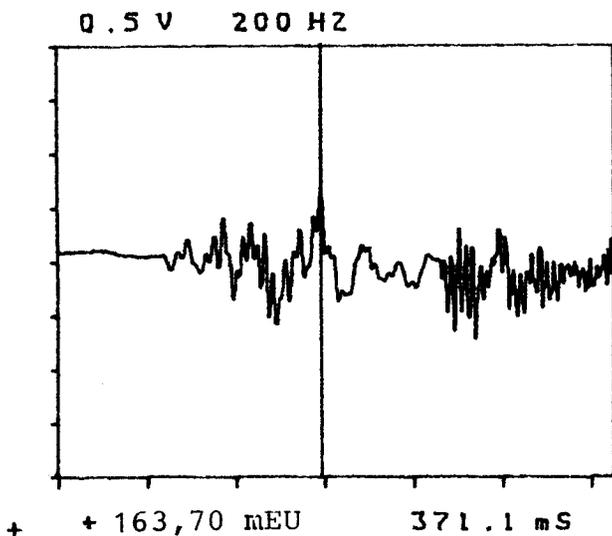
Observaciones.....

ACELERACION



DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

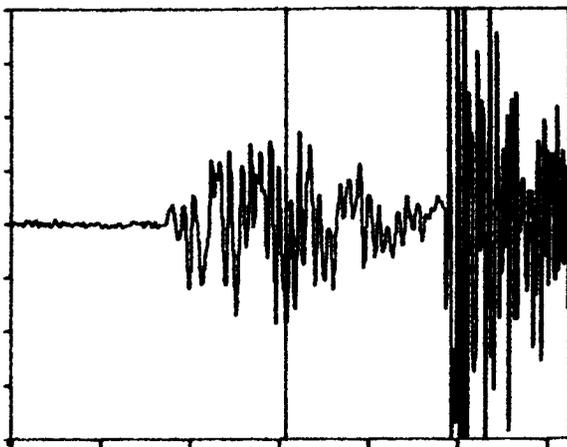


DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 23-IV-87  
 Localidad..... ECHAURI  
 Emplazamiento..... Eb  
 Voladura..... Prueba 12  
 Canal..... 3  
 Captador..... Long.  
 Observaciones.....

ACELERACION

1 V 200 HZ

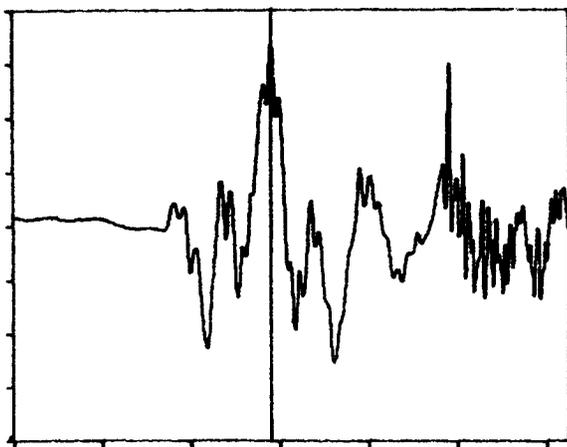


- 4,612 mEU 384.8 mS

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

0.5 V 200 HZ



+ 421,31 mEU 363.3 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 23-IV-87

Localidad..... ECHAURI

Emplazamiento..... Eb

Voladura..... Prueba 6

Canal..... 4

Captador..... Trans.

Observaciones.....

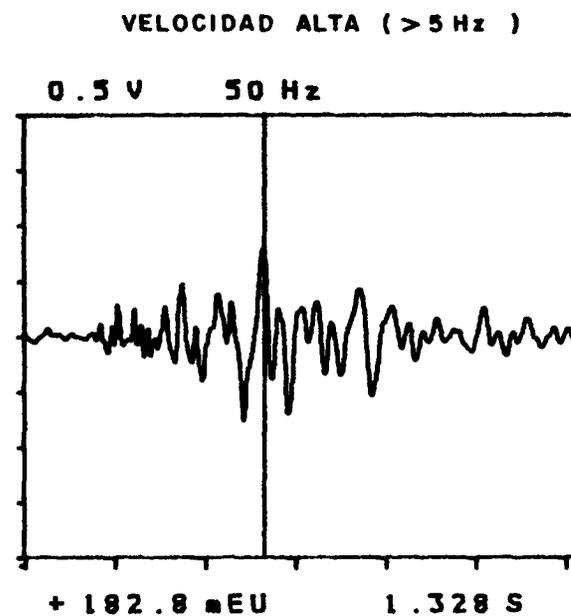
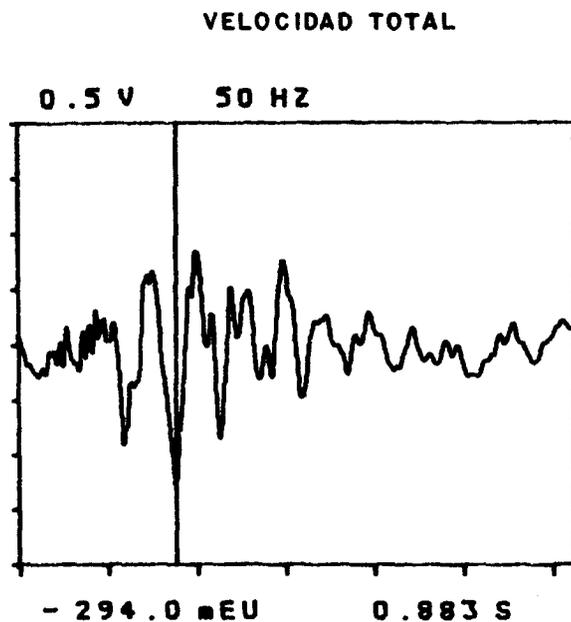
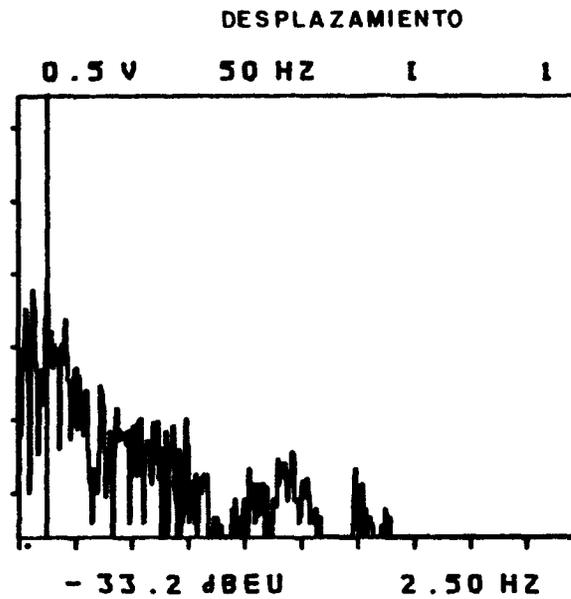
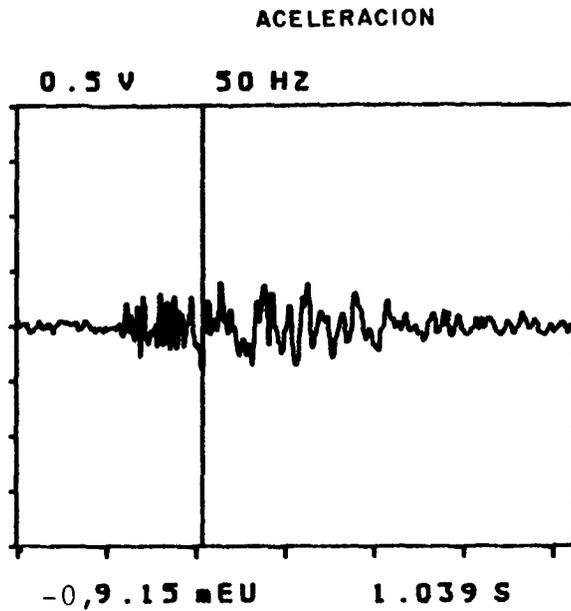
+

+

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha...25-III-87...(M.O.P.U.)..

Localidad...ALAIZ-LAS.CAMPANAS..

Emplazamiento...E-O-V.....

Voladura...VOLADURA PRODUCCION 1

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

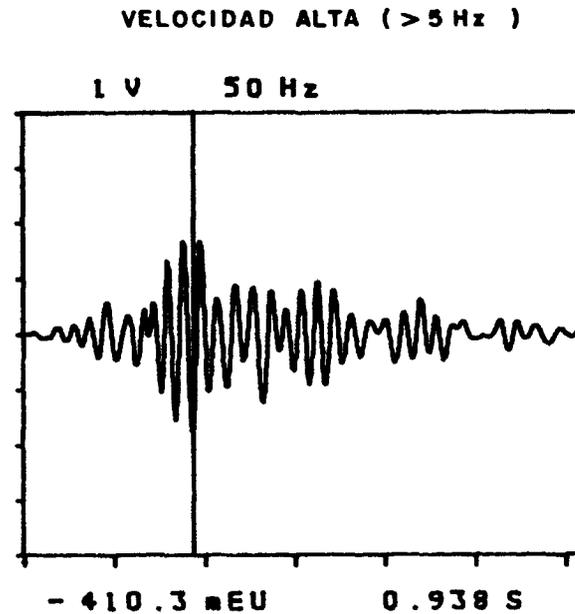
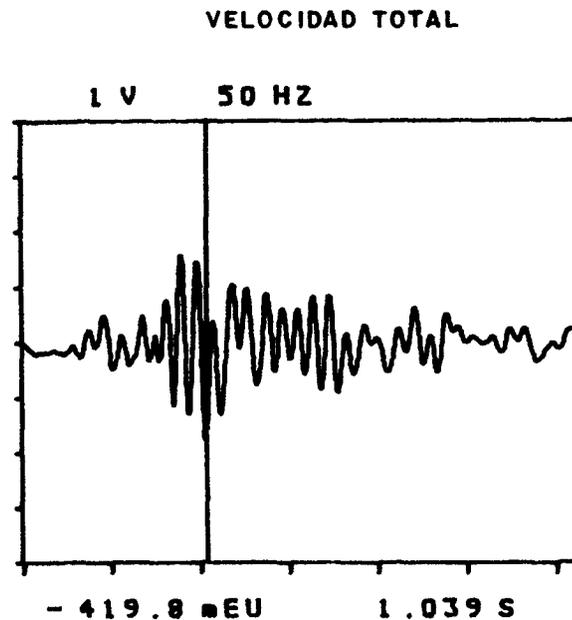
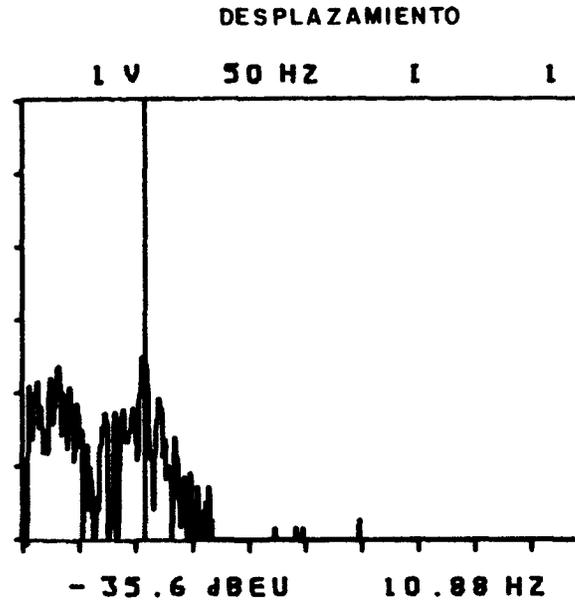
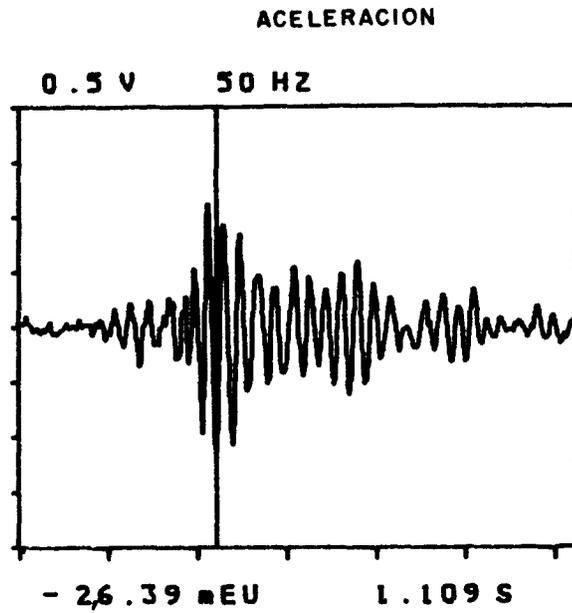
Captador...Pcb-393C-623.....

Observaciones...f = 10,7.....

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha...25-III-87..(M.O.P.U.)..

Localidad...ALAIZ-LAS CAMPANAS..

Emplazamiento...E-O-HL.....

Voladura...VOLADURA-PRODUCCION 1

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

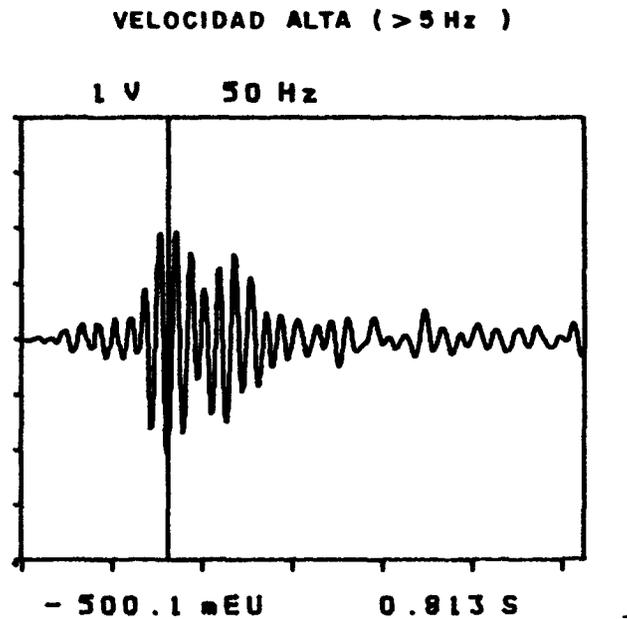
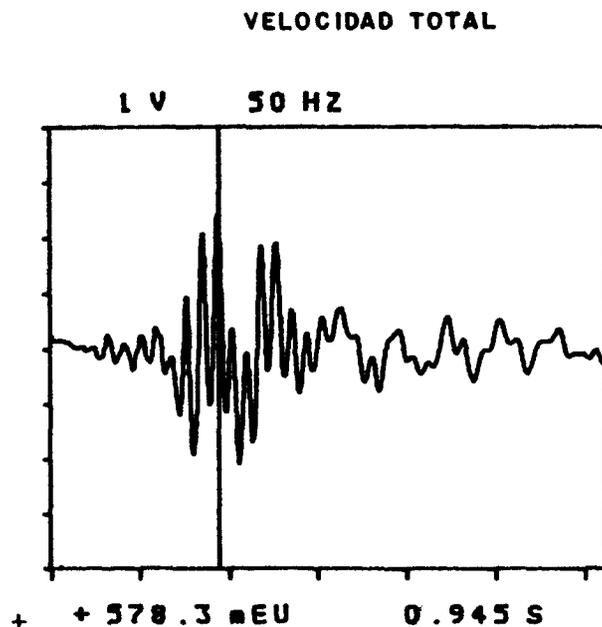
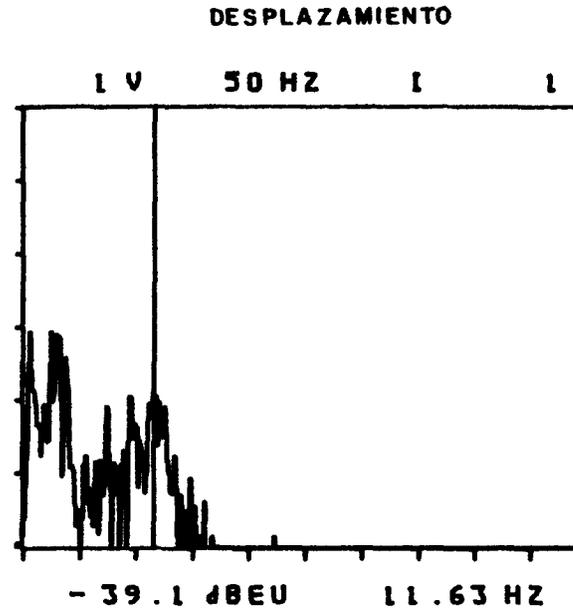
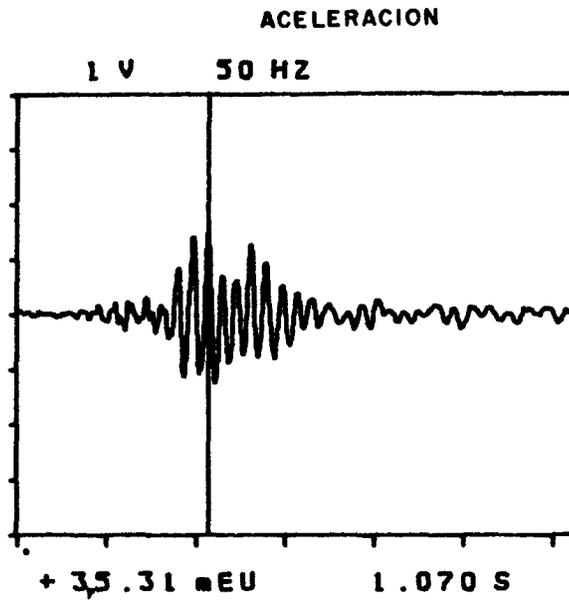
Captador...Pcb-393C-627.....

Observaciones...f = 11,7.....

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha...25-III-87...(M.O.P.U.)..

Localidad...ALAIZ-LAS CAMPANAS..

Emplazamiento...E-O-HT.....

Voladura...VOLADURA PRODUCCION 1

Canal.....3.....

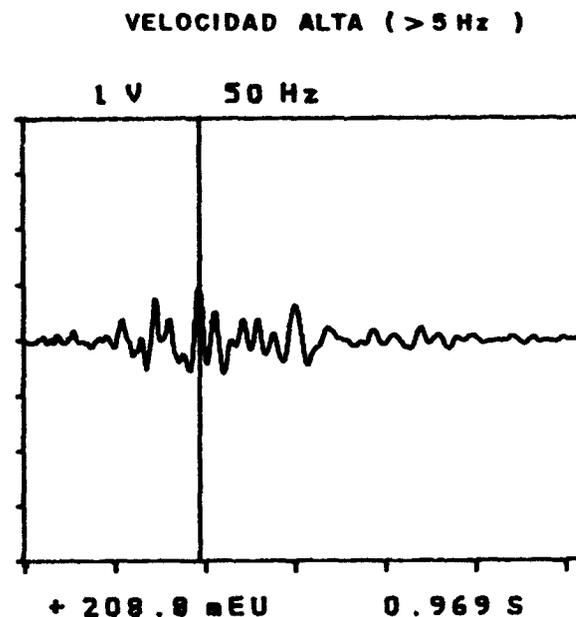
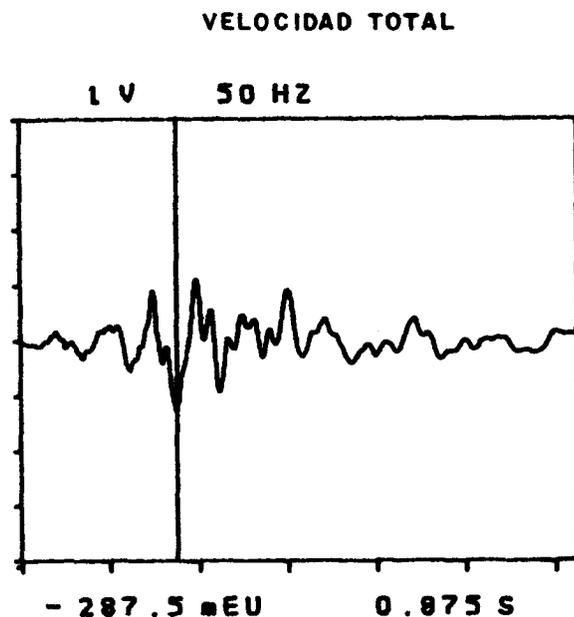
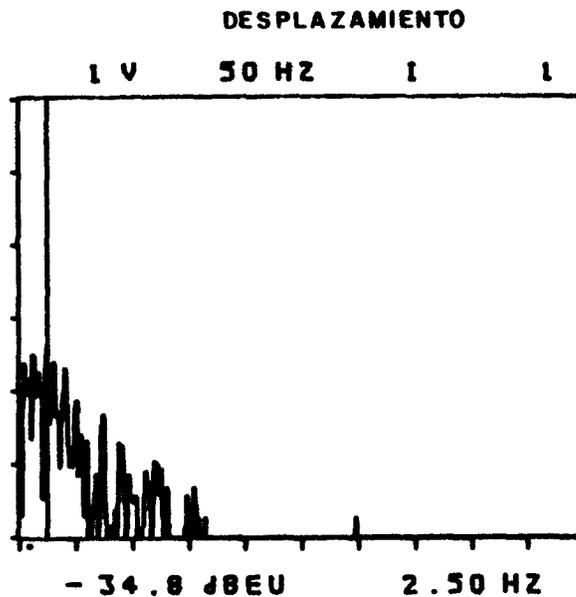
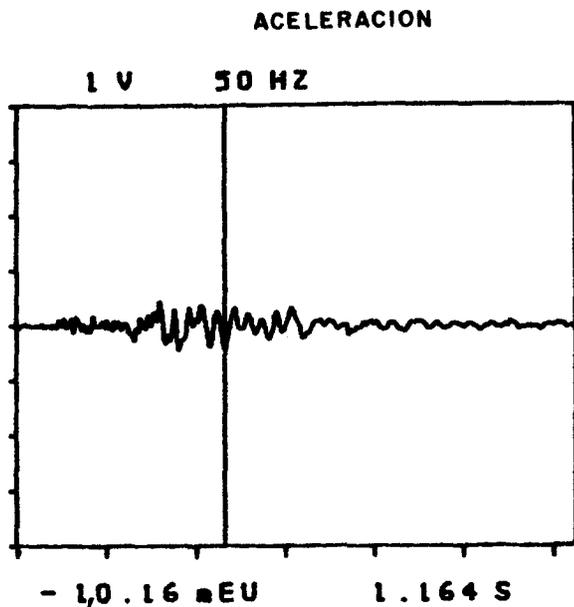
Captador...Pcb-393C-626.....

Observaciones...f. = 11.6.....

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha... 25- III-87 (M.O.P.U.)

Localidad... ALAIZ-LAS CAMPANAS...

Emplazamiento... E-1-V

Voladura... VOLADURA-PRODUCCION 1

Canal... 4

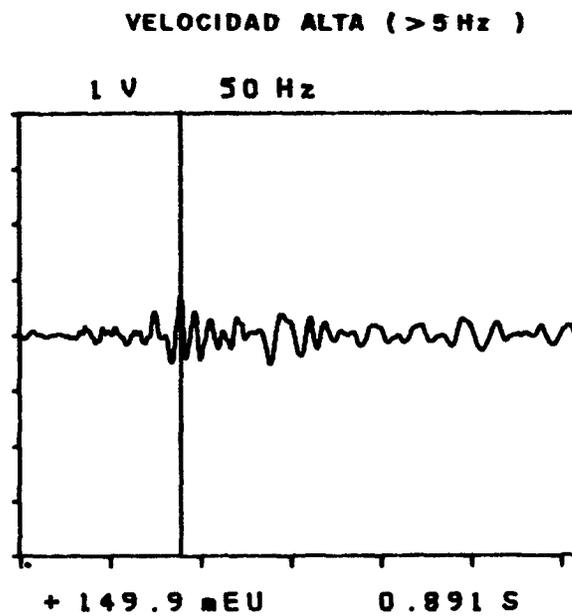
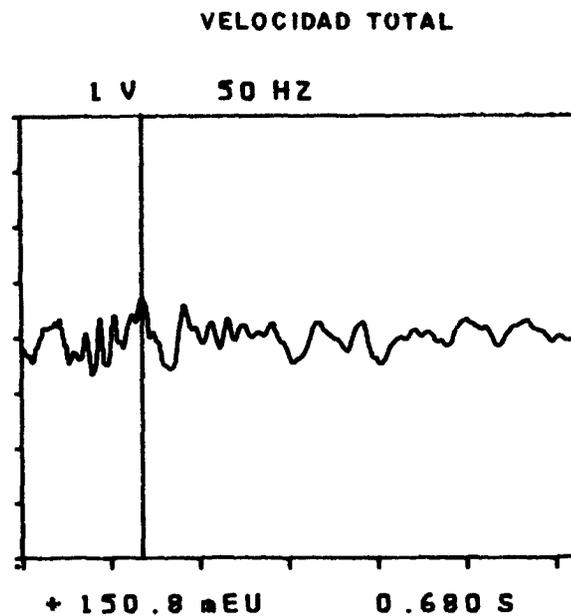
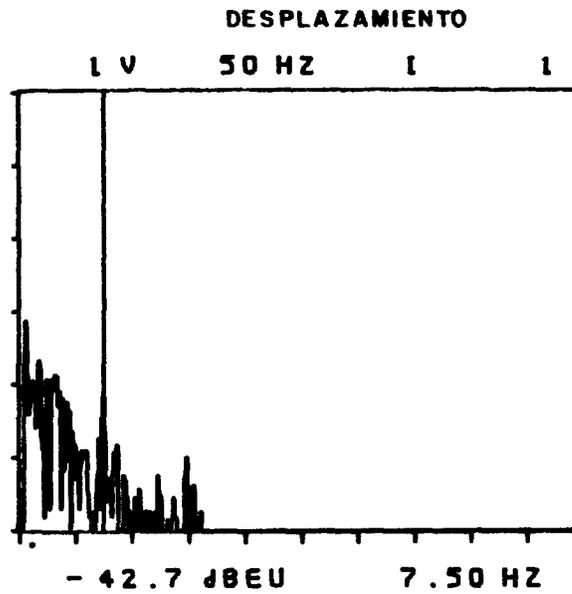
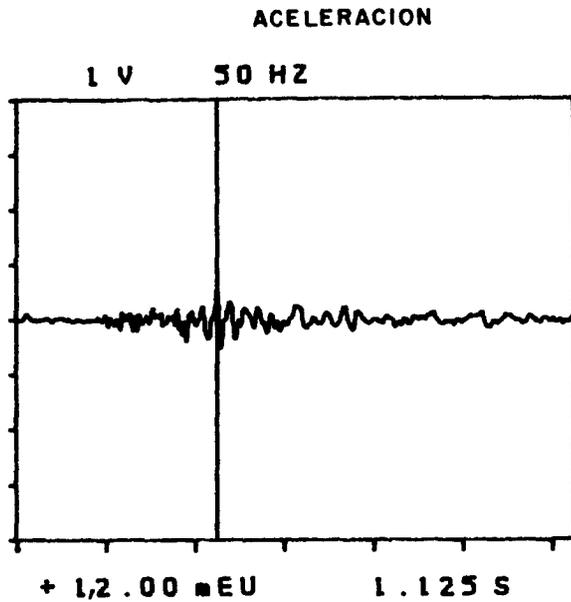
Captador... Pcb-393C-622

Observaciones... f = 9,8

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha...25-III-87...(M.O.P.U.)..

Localidad...ALAIZ-LAS CAMPANAS..

Emplazamiento...E-1-HI.....

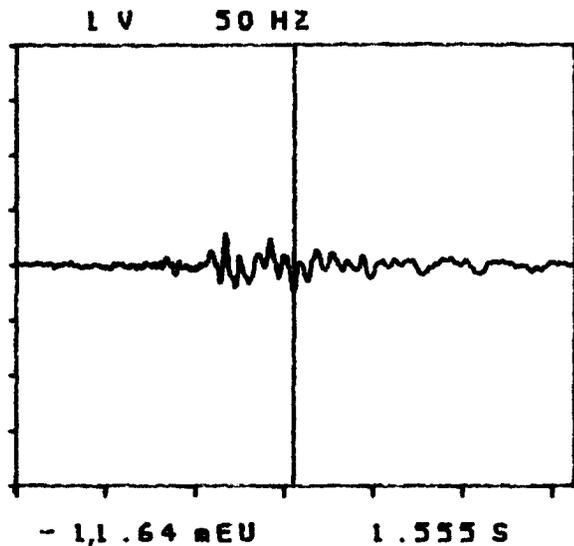
Voladura...VOLADURA..PRODUCCION 1

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

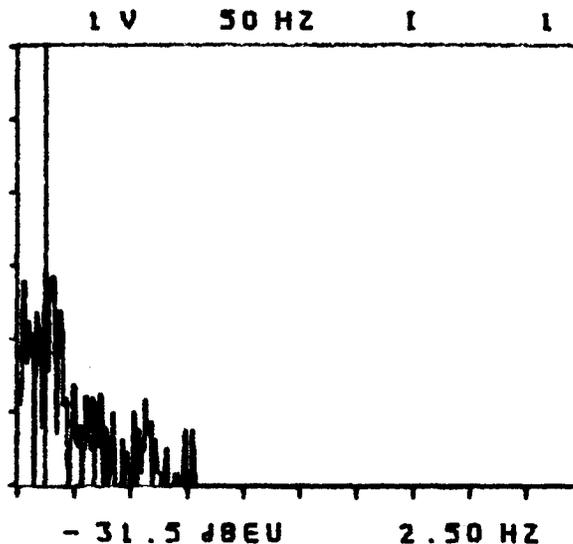
Captador...Pcb -393C-624.....

Observaciones...f = 14,2.....

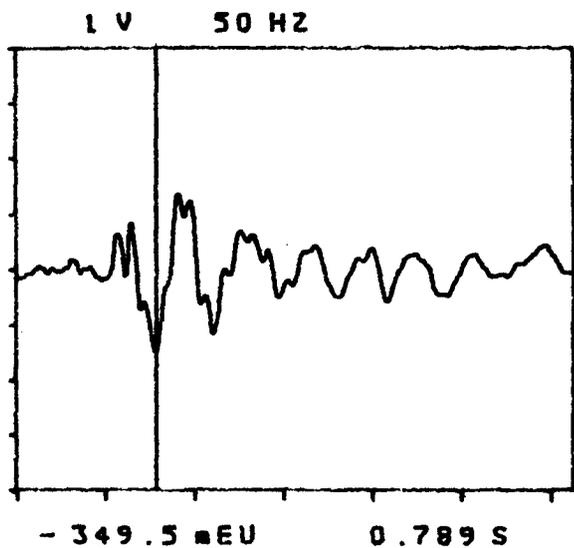
ACELERACION



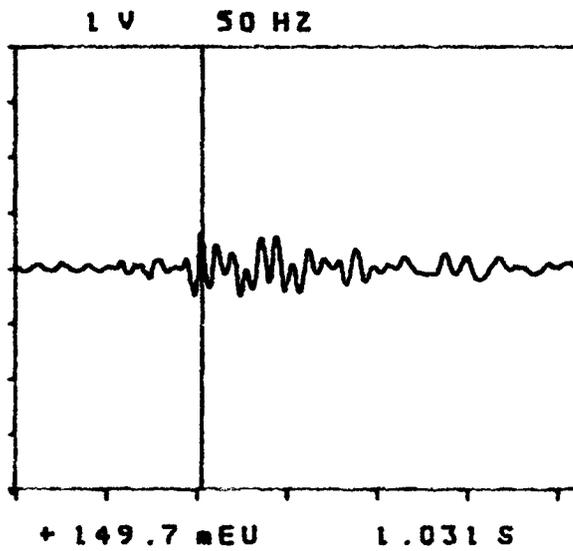
DESPLAZAMIENTO



VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha 25-III-87 (M.O.P.U.)

Localidad ALAIZ-LAS-CAMPANAS

Emplazamiento E-1-HT

Voladura VOLADURA PRODUCCION 1

Canal 6

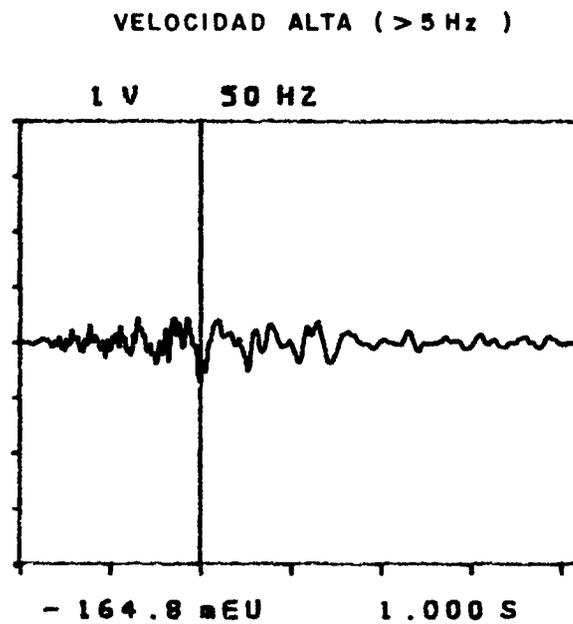
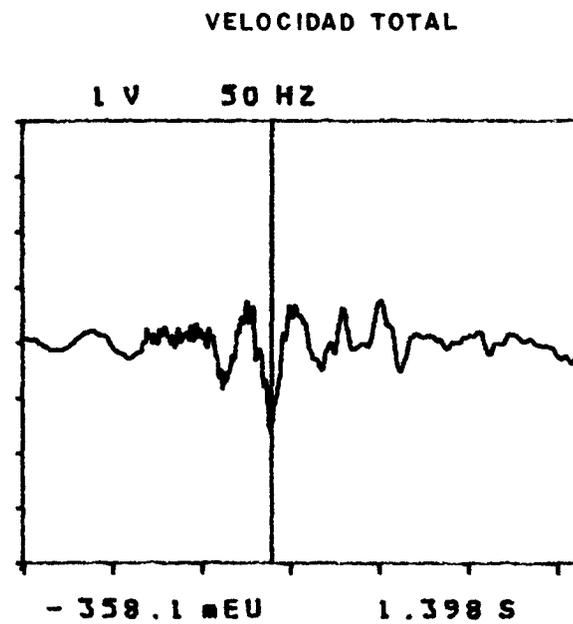
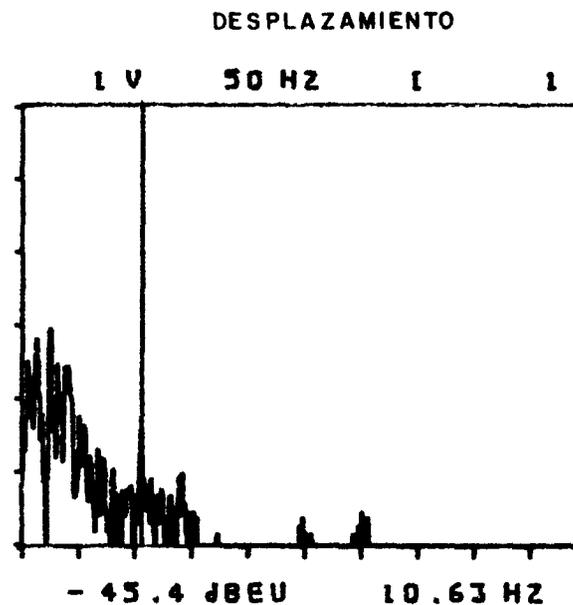
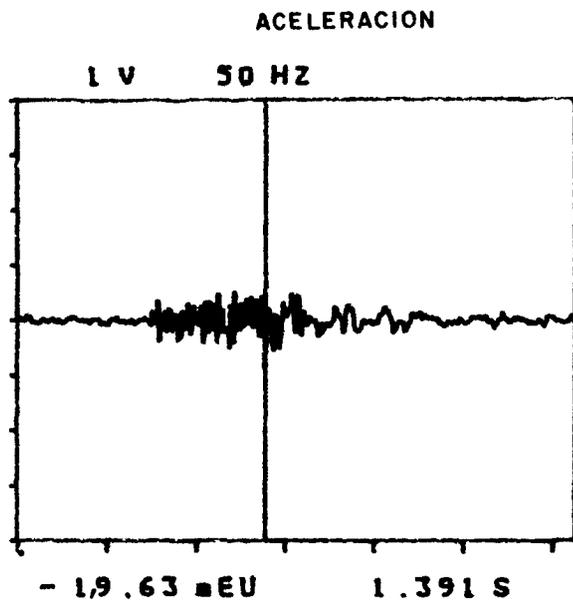
Captador Pcb-393C-625

Observaciones f = 1.1, 6

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha 25-III-87 (M.O.P.U).....

Localidad ALAIZ-LAS-CAMPANAS...

Emplazamiento E-2-V.....

Voladura VOLADURA PRODUCCION 1

Canal...7.....

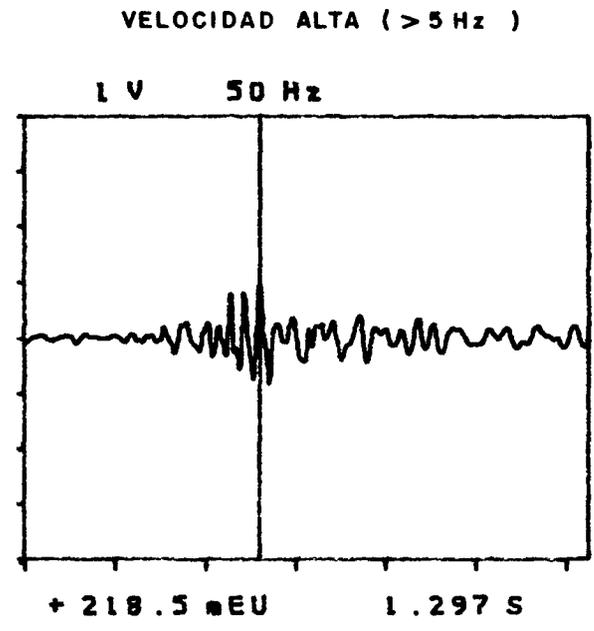
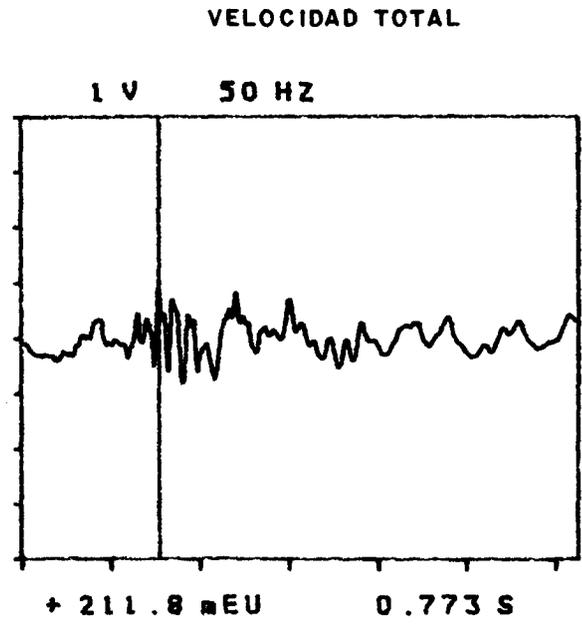
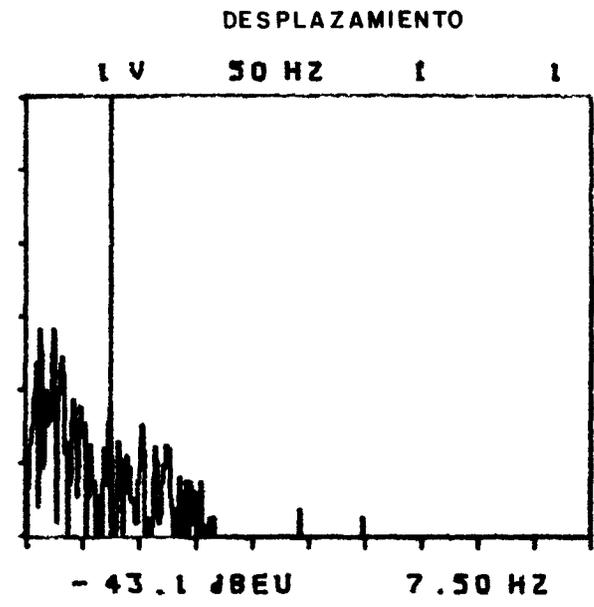
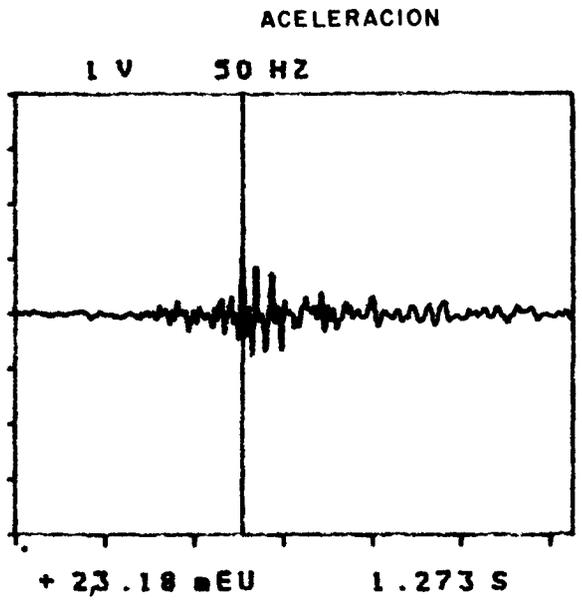
Captador Pcb-393C-832.....

Observaciones f. = 32,2.....

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha... 25-III-87... (M.O.P.U.)...

Localidad ALAIZ-LAS CAMPANAS...

Emplazamiento... E-2-HL.....

Voladura... VOLADURA PRODUCCION 1

Canal... 8.....

Captador... Pcb-393C-833.....

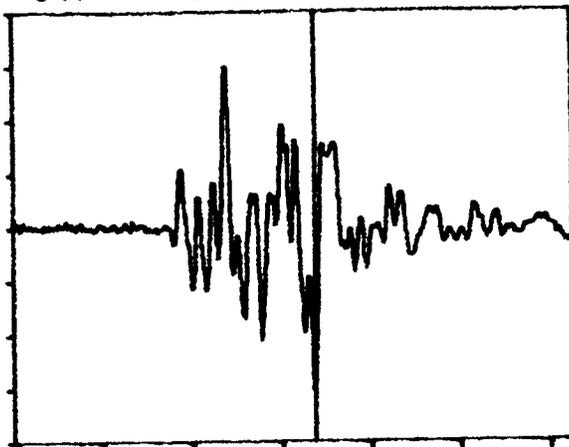
Observaciones... f = 25,6.....

ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

0.5 V 200 HZ



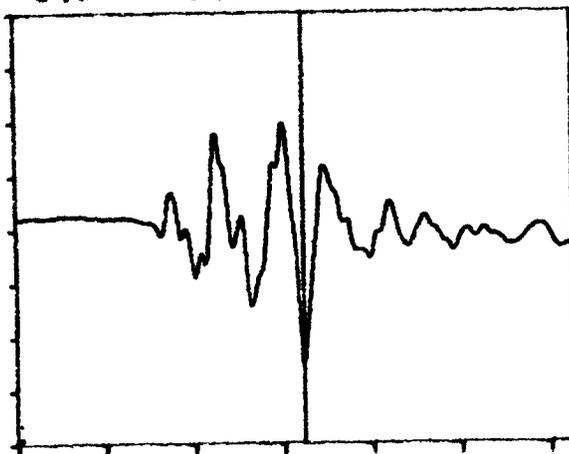
- 38,57 mEU

421.9 mS

VELOCIDAD TOTAL

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

0.5 V 200 HZ



+ - 3,187 EU

404.3 mS



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha 25-III-87

Localidad C. LA NUEVA

Emplazamiento ESTACION BRUEL

Voladura VOLADURA PRODUCCION 1

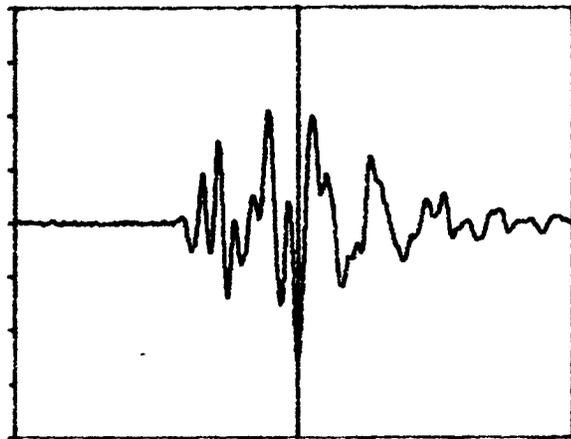
Canal 2

Captador V

Observaciones  
Datos de la Plaza de la Can-  
tera.

ACELERACION

1 V 200 HZ



- 64,86 mEU

396.5 mS

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha...25-III-87.....

Localidad...C. LA NUEVA.....

Emplazamiento...ESTACION BRUEL.....

Voladura...VOLADURA PRODUCCION. 1

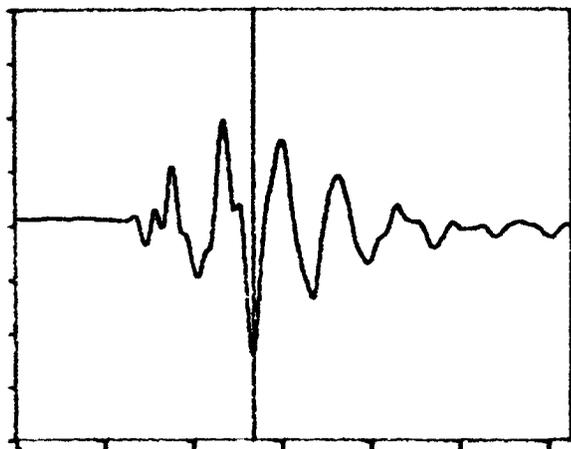
Canal...3.....

Captador...L.....

Observaciones.....

VELOCIDAD TOTAL

1 V 200 HZ



+ - 6,09 EU

335.9 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

+

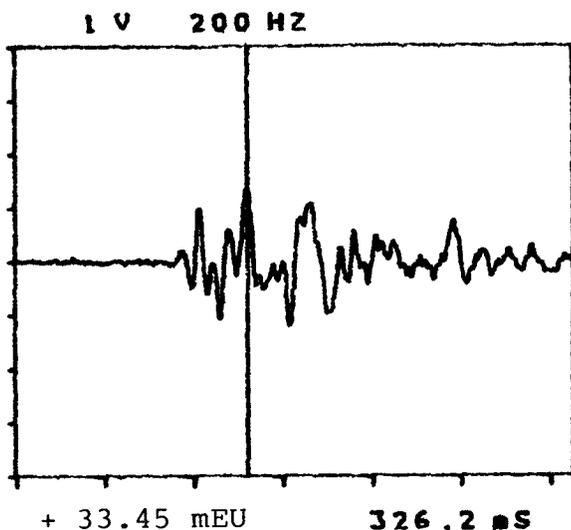
ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

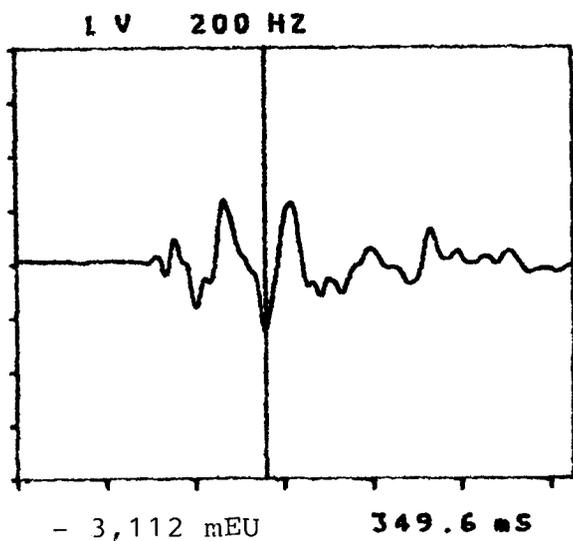


DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas



VELOCIDAD TOTAL

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



Fecha...25-III-87.....

Localidad...C. LA NUEVA.....

Emplazamiento...ESTACION BRUEL.....

Voladura...VOLADURA...PRODUCCION. 1

Canal...4.....

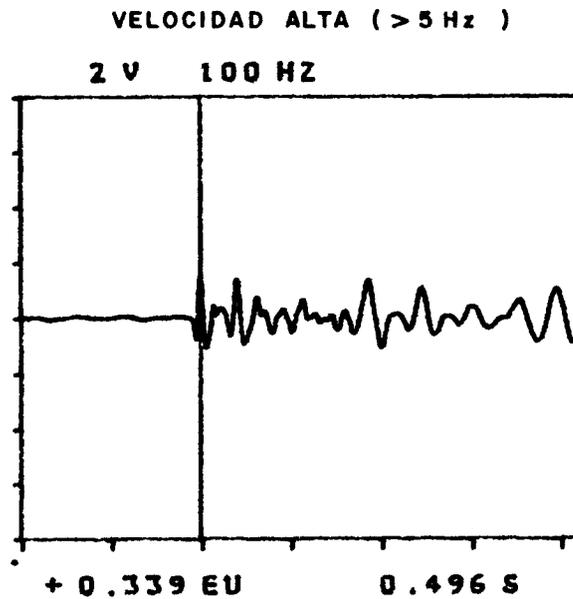
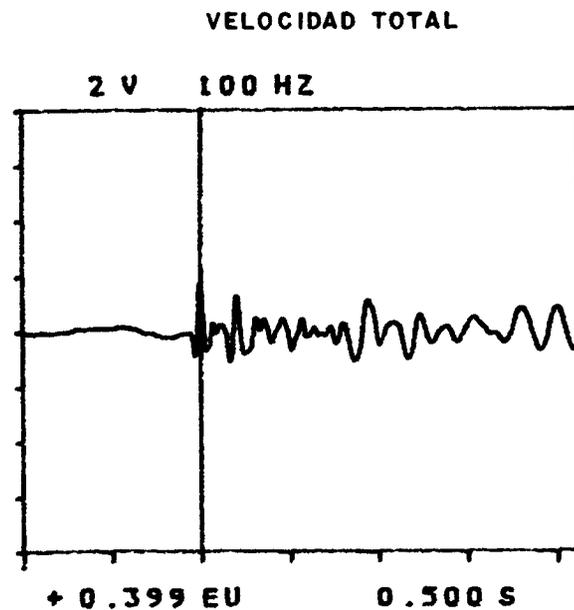
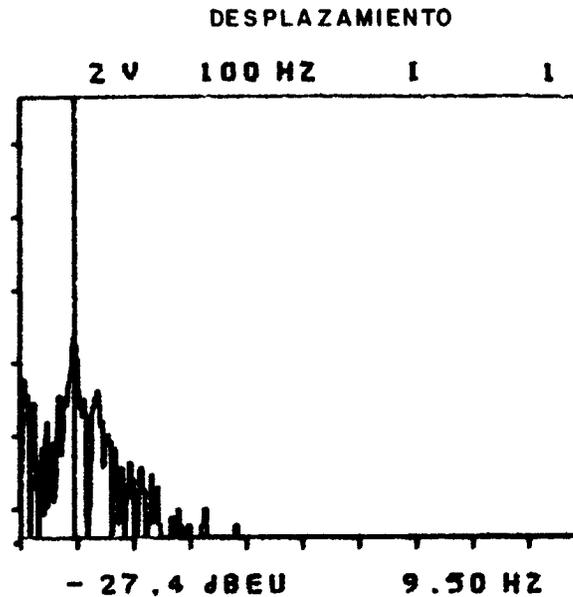
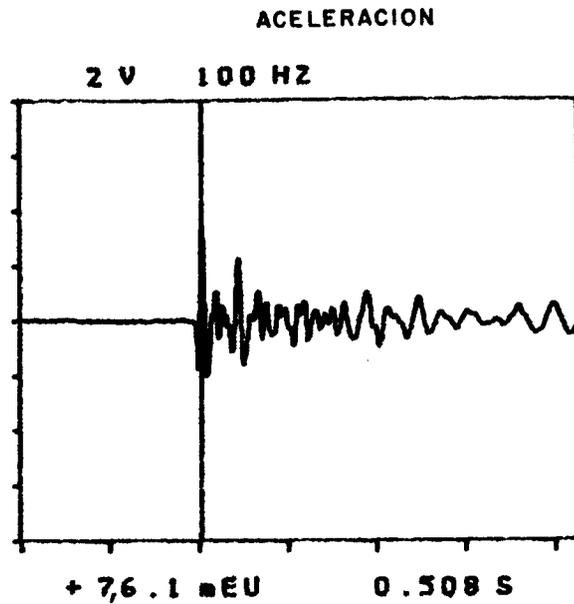
Captador...J.....

Observaciones.....

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha... 23-IV-87 .....

Localidad ALAIZ .....

Emplazamiento E-1-V .....

Voladura... ZAPATERAS .....

Canal... 1 .....

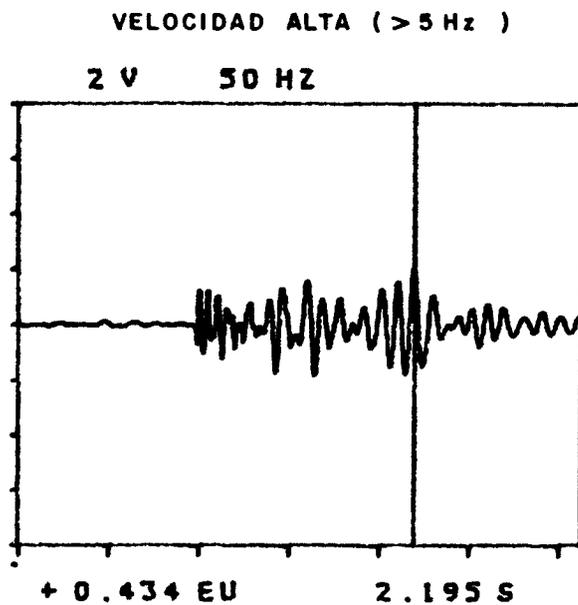
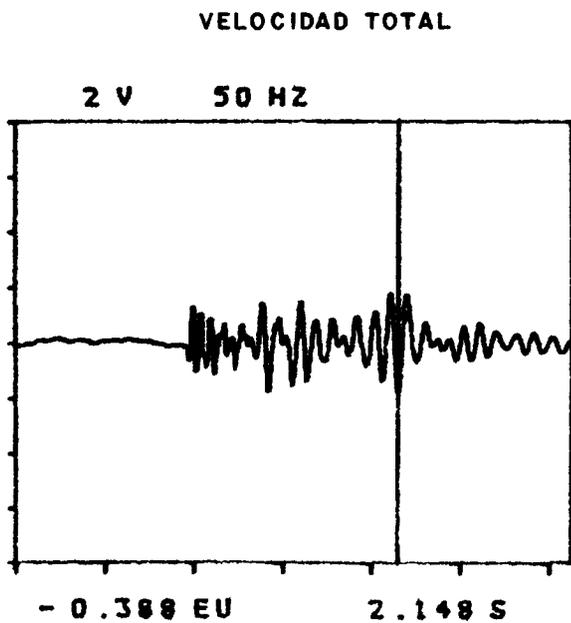
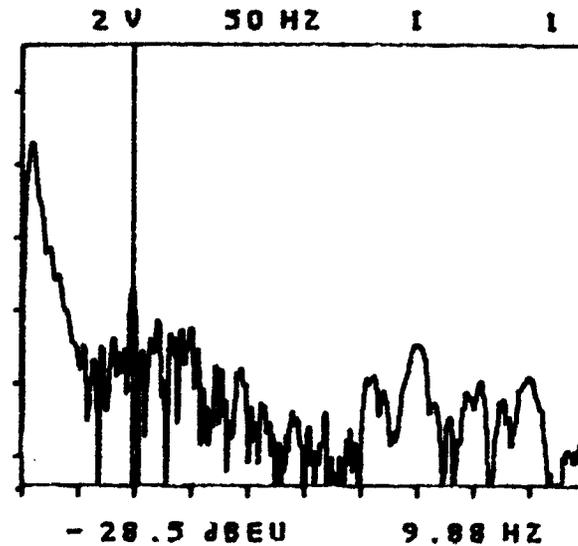
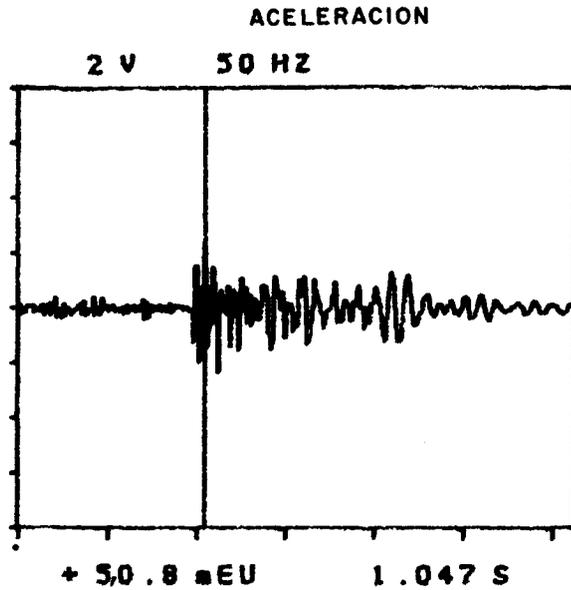
Captador Pcb -393C-830 .....

Observaciones... f. = 43,4 .....

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha... 23-IV-87.....

Localidad... ALAIZ.....

Emplazamiento... E-2-V.....

Voladura... ZAPATERAS.....

Canal... 2.....

Captador... PCB-393C-831.....

Observaciones...  $f = 21,2$ .....

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha... 23-IV-87.....

Localidad ALAIZ.....

Emplazamiento... E-2-L.....

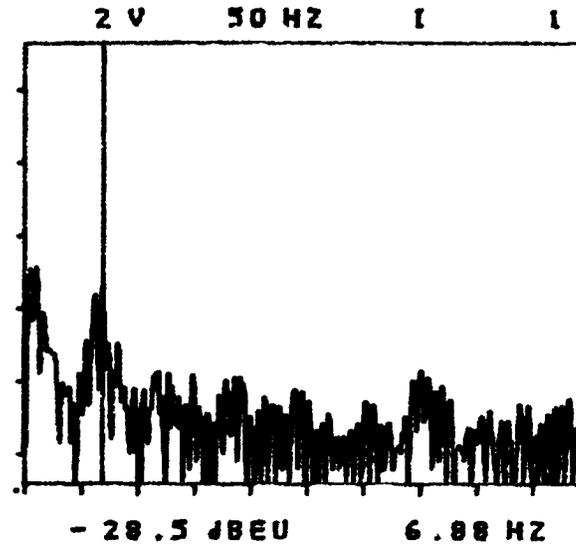
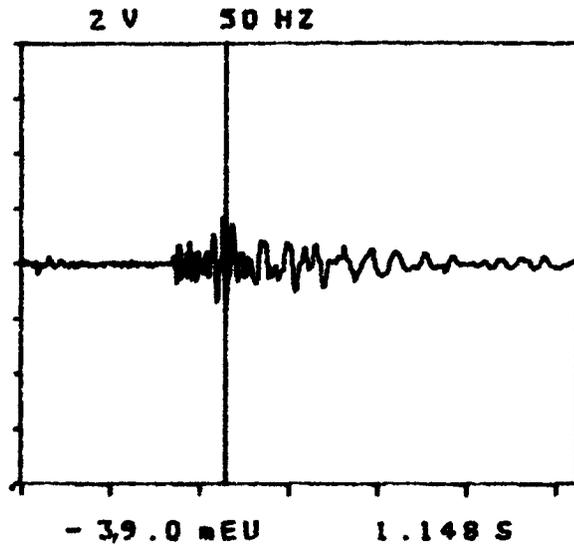
Voladura ZAPATERAS.....

Canal... 3.....

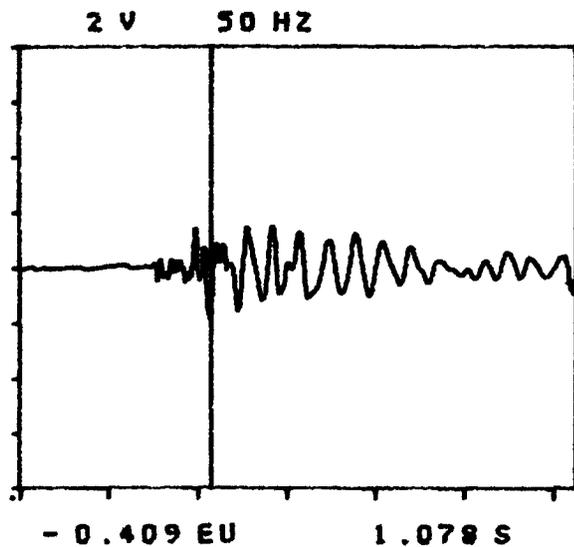
Captador... Rcb...393C-834.....

Observaciones... f...18,1.....

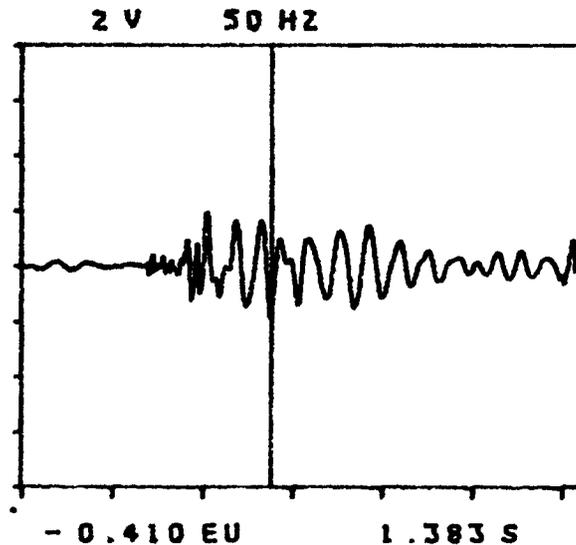
ACELERACION



VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



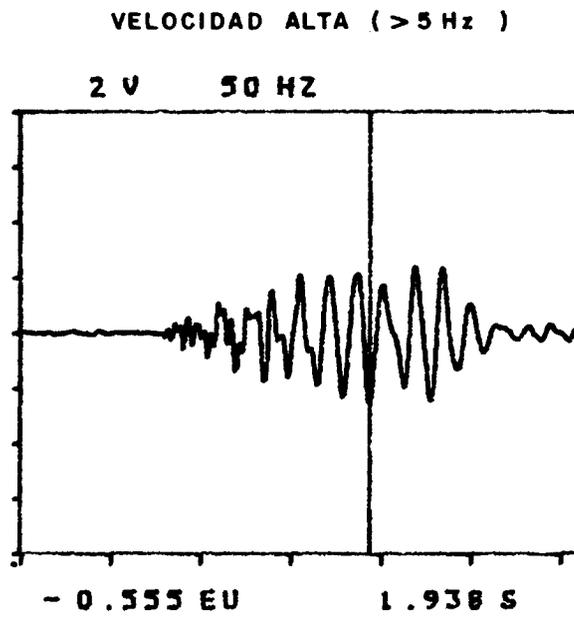
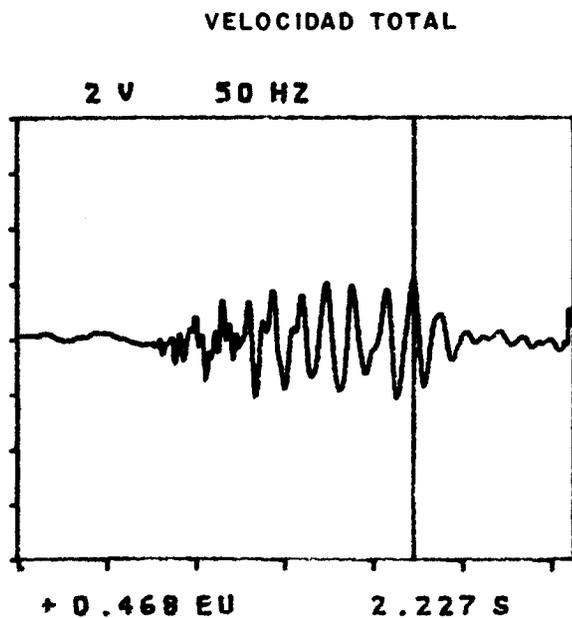
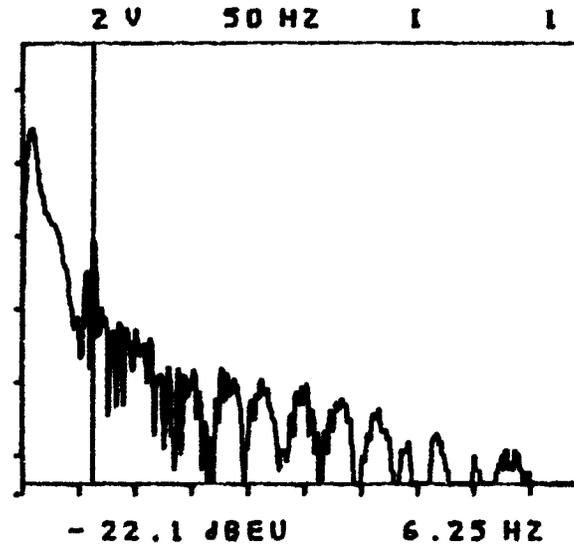
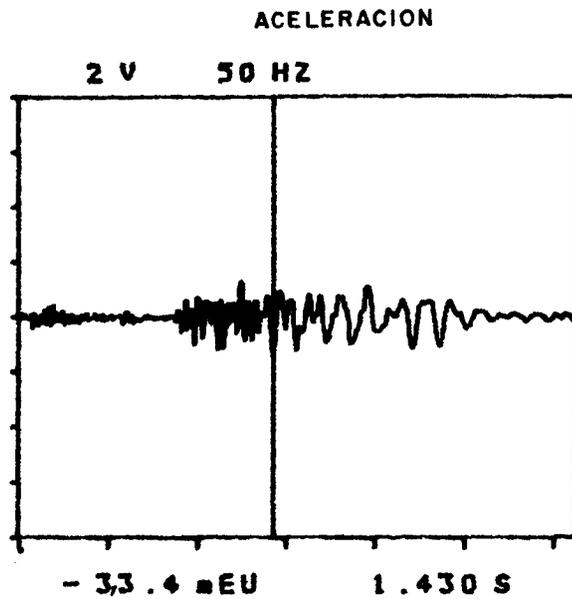
+

+

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha 23-IV-87

Localidad ALAIZ

Emplazamiento E-2-T

Voladura ZAPATERAS

Canal 4

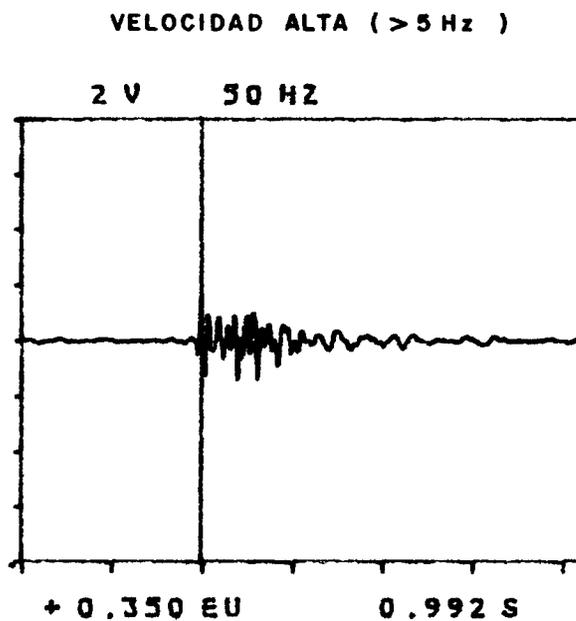
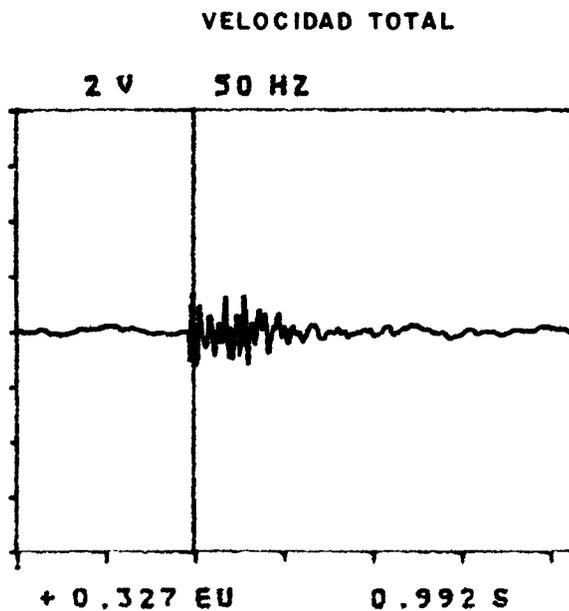
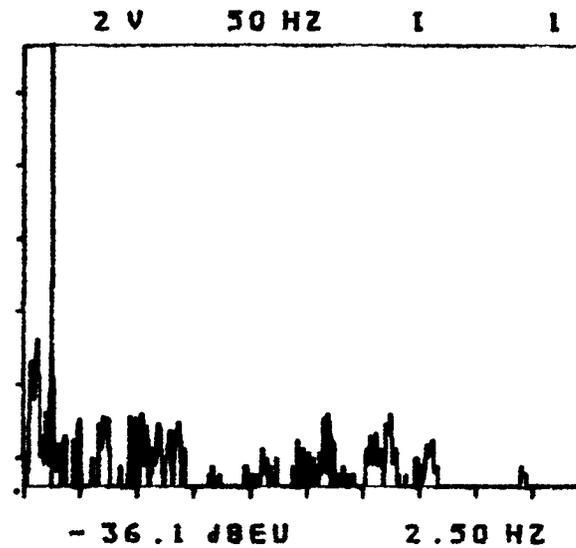
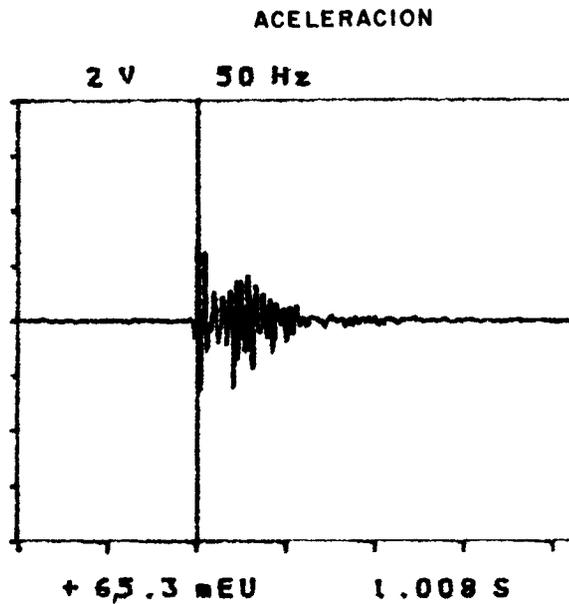
Captador Pcb-393-835

Observaciones  $f = 14,08$

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha...23-IV-87.....

Localidad...ALAIZ.....

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

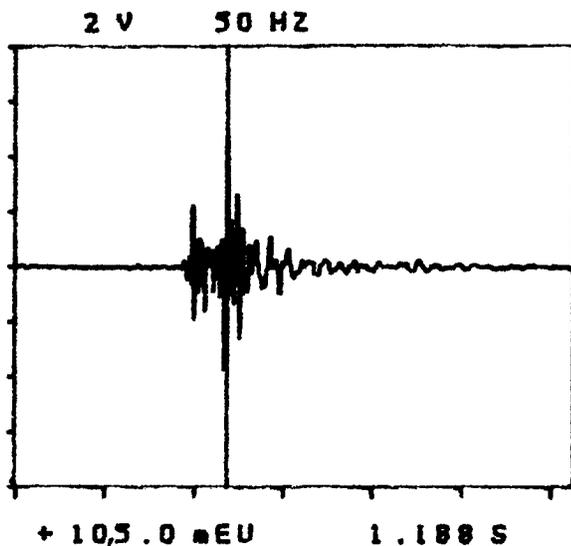
Voladura...ZAPATERAS.....

Canal...5.....

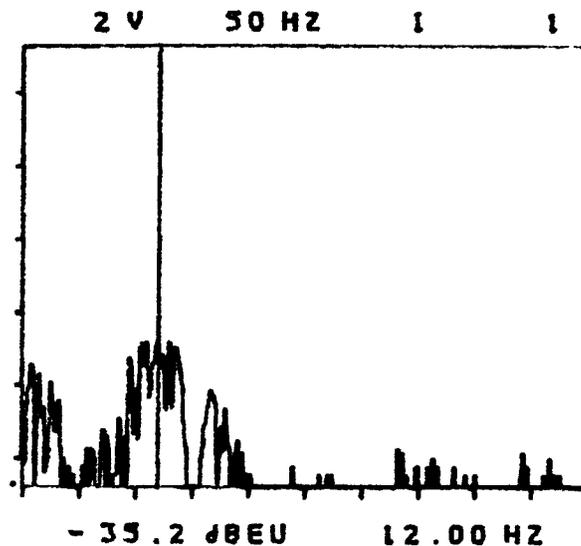
Captador Pcb...393-836.....

Observaciones...f. = .32, 25.....

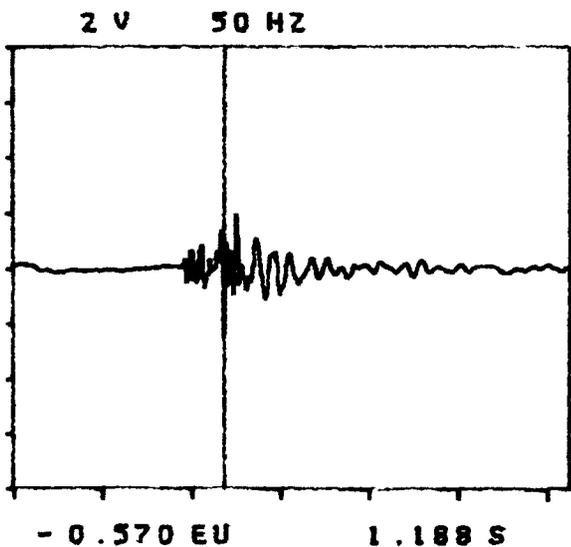
ACELERACION



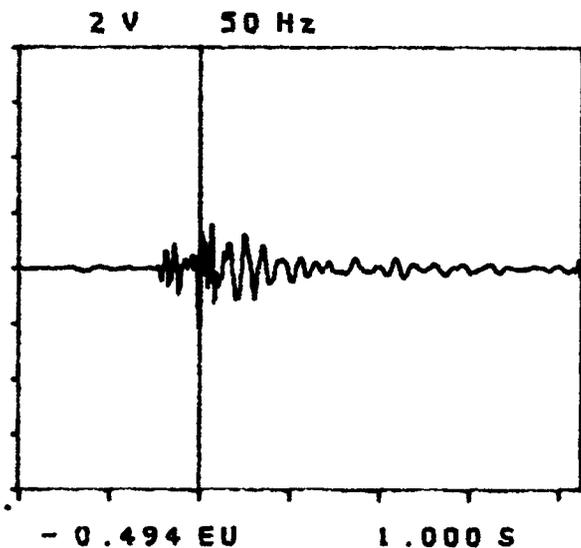
DESPLAZAMIENTO



VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha...23-IV-87.....

Localidad...ALAIZ.....

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

Voladura...ZAPATERAS.....

Canal...6.....

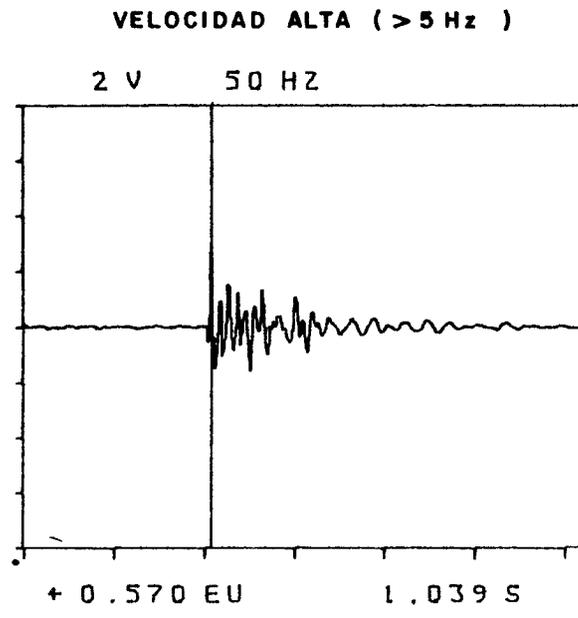
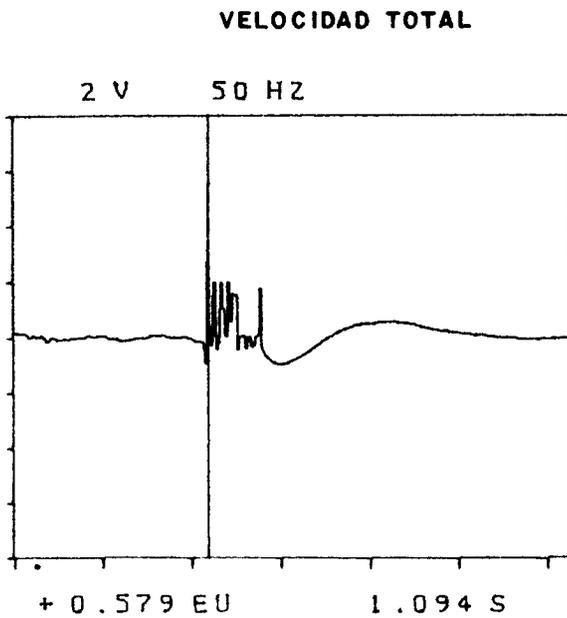
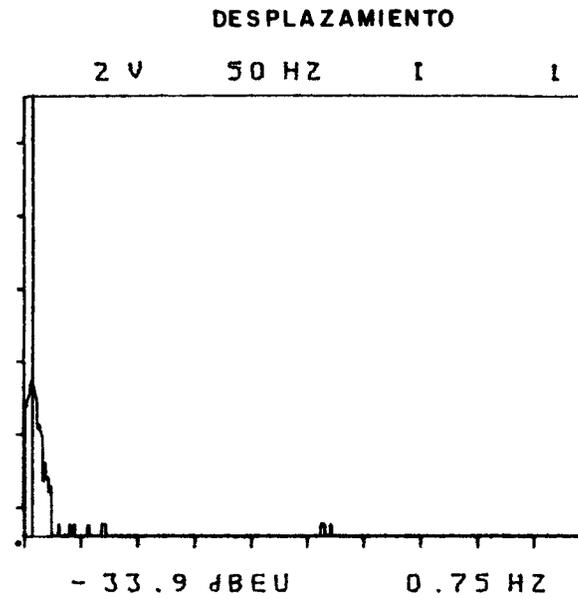
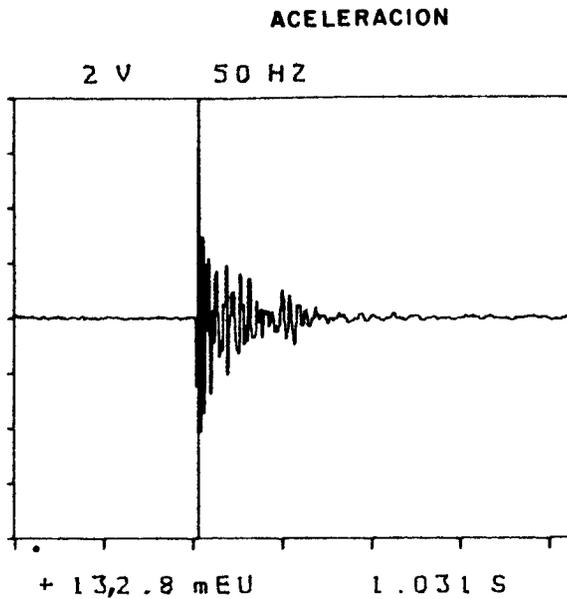
Captador Pcb-393-837.....

Observaciones...f = 43,4.....

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha .. 23 . IV . 87 .....

Localidad .. ALAIZ .....

Emplazamiento .. E-4-V .....

Voladura .. ZAPATERAS .....

Canal .. 7 .....

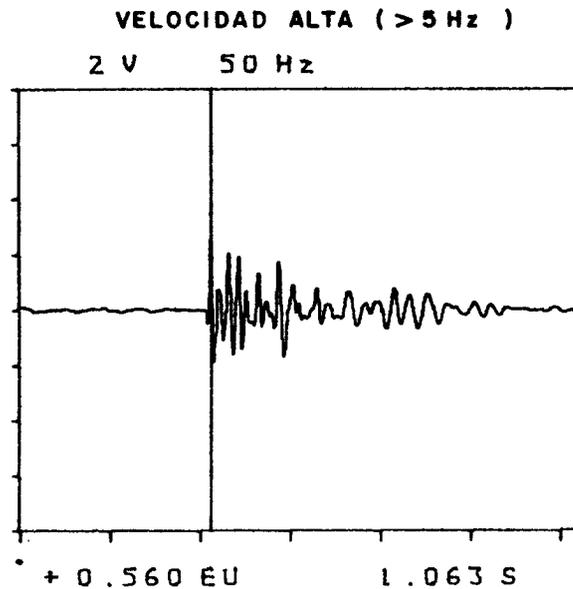
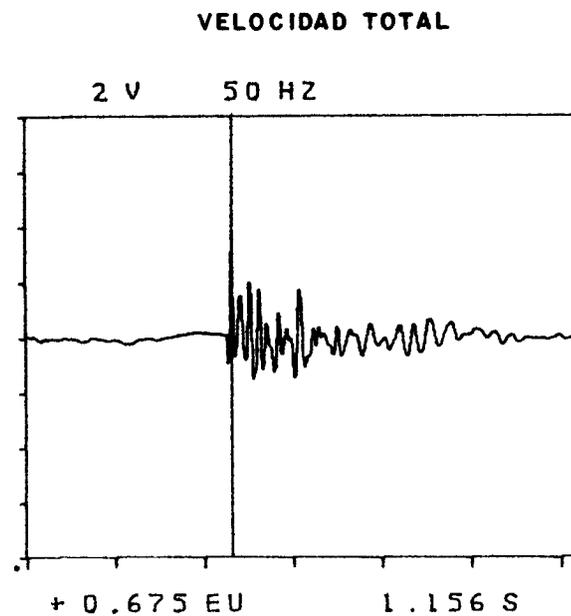
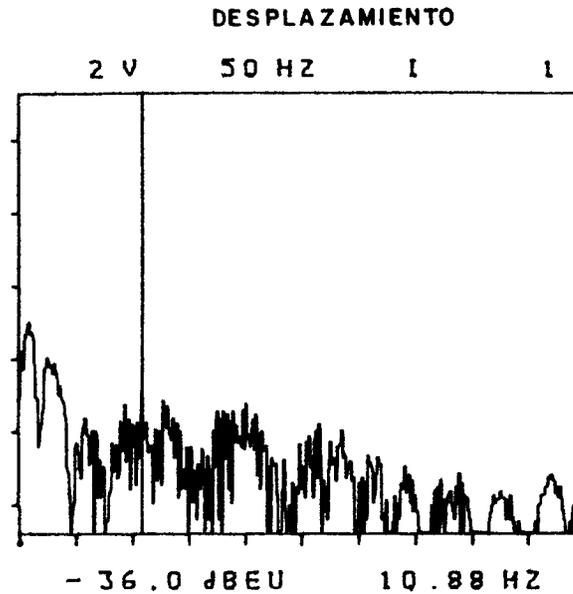
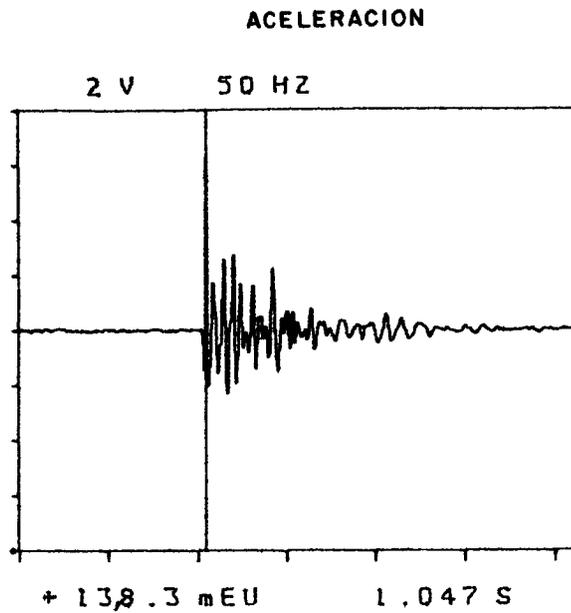
Captador .. PCB-393-838 .....

Observaciones .. f = 41,6 .....

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha... 23-IV-87.....

Localidad... ALAIZ.....

Emplazamiento... E-5-V.....

Voladura... ZAPATERAS.....

Canal... 8.....

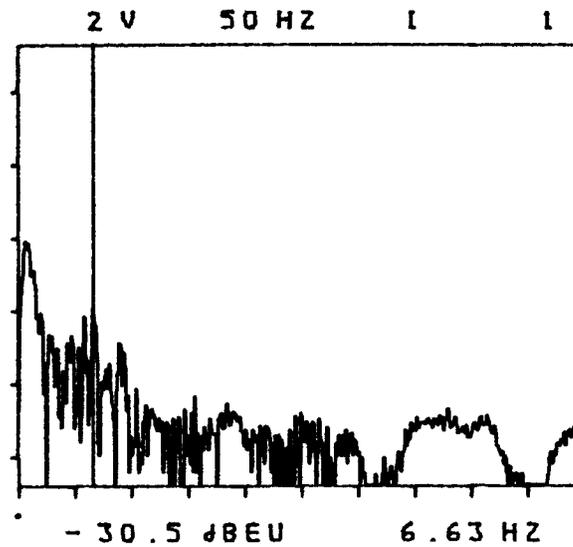
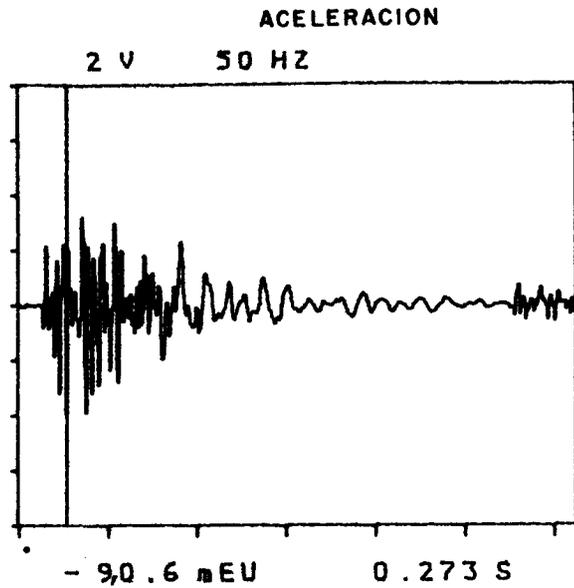
Captador... Pcb-393-839.....

Observaciones... f = 62,5.....

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha...23-IV-87.....

Localidad ALAIZ.....

Emplazamiento...E-1-V.....

Voladura P-2..Produc.....

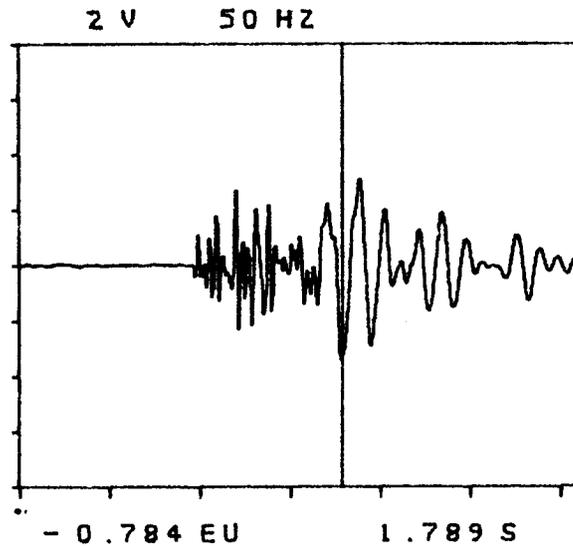
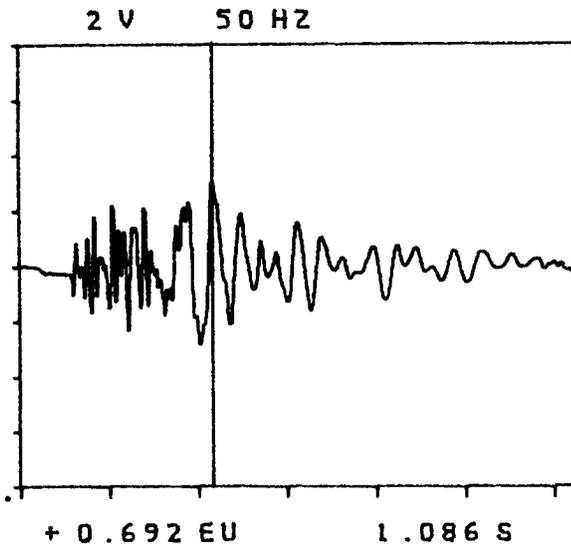
Canal...1.....

Captador Pcb-393C-830.....

Observaciones f. = 43,4.....

VELOCIDAD TOTAL

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



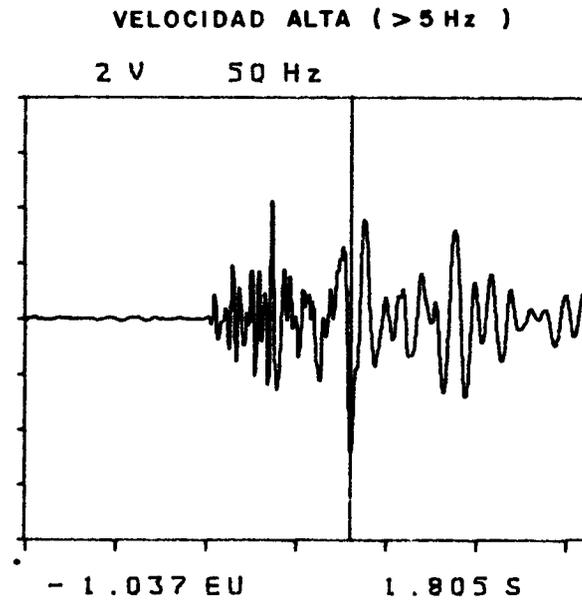
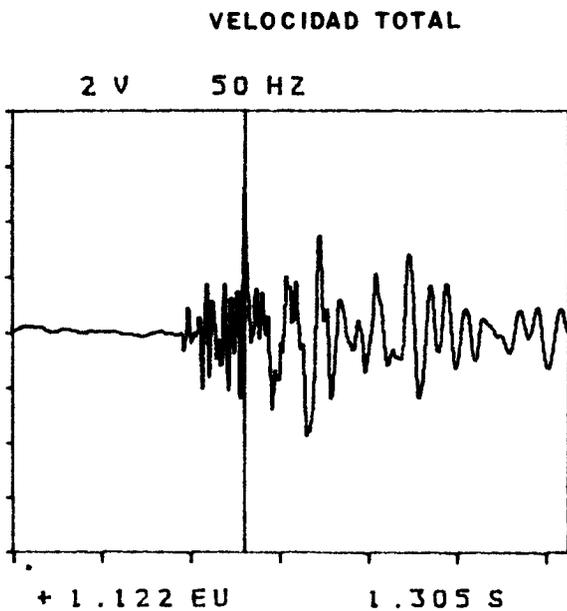
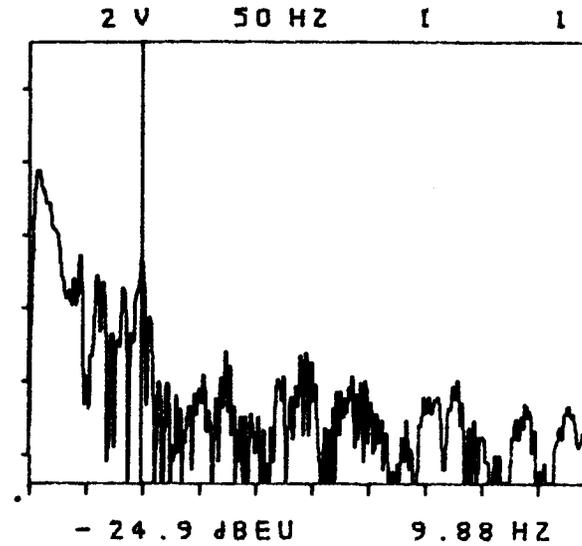
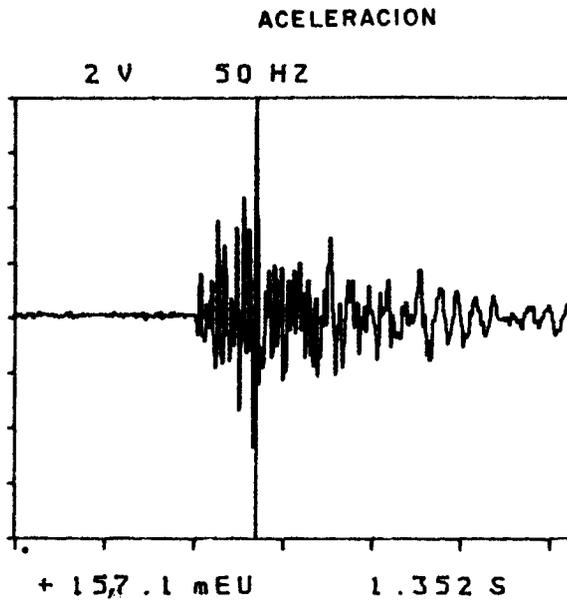
+

+

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha... 23-IV-87 .....

Localidad... ALAIZ .....

Emplazamiento... E-2-V .....

Voladura... P-2 Produc. ....

Canal... 2 .....

Captador... Pcb-393C-831 .....

Observaciones... f. = 32,25 .....

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha... 23-IV-87

Localidad... ALAIZ

Emplazamiento... E-3-V

Voladura... P-2 (Produc,.....)

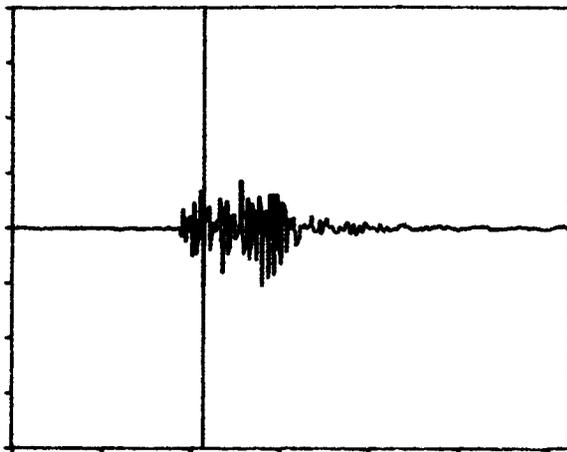
Canal... 5

Captador... Pcb-393C-836

Observaciones... f = 32,2

ACELERACION

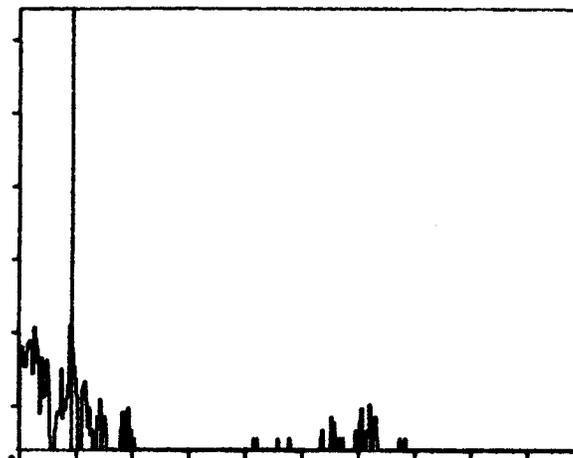
5 V 50 HZ



- 130.0 mEU 1.070 S

DESPLAZAMIENTO

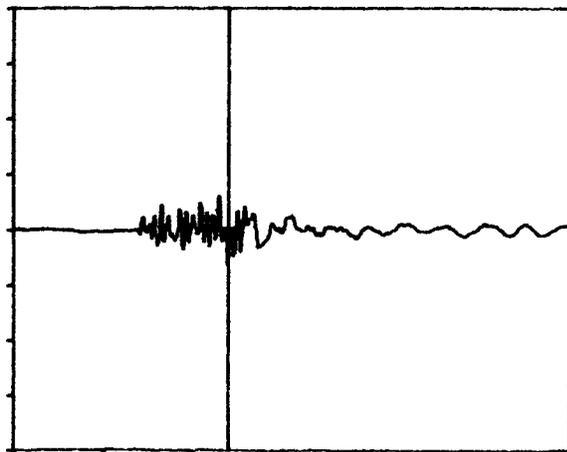
5 V 50 HZ 1 1



- 29.4 dB EU 4.63 HZ

VELOCIDAD TOTAL

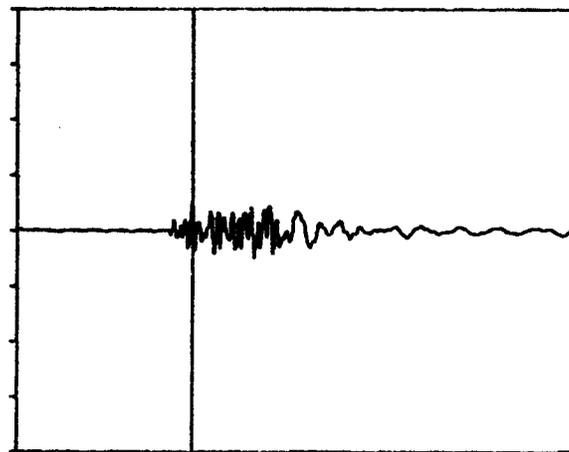
5 V 50 HZ



- 0.758 EU 1.203 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

5 V 50 HZ

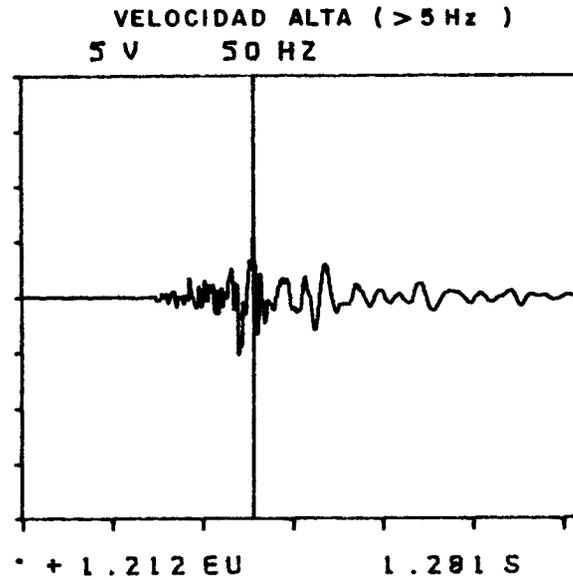
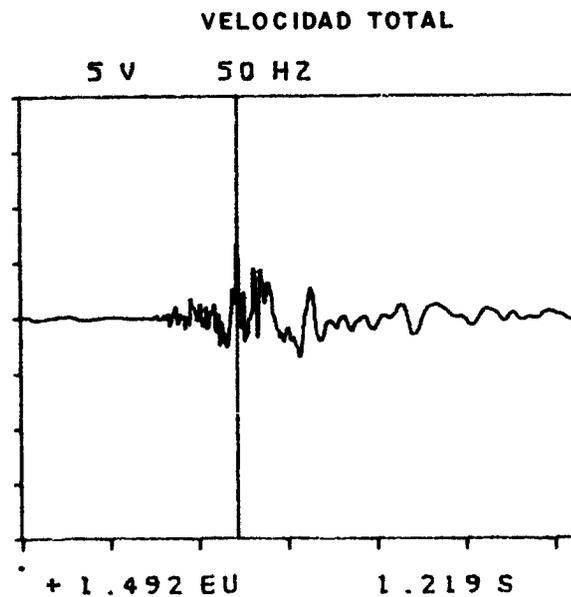
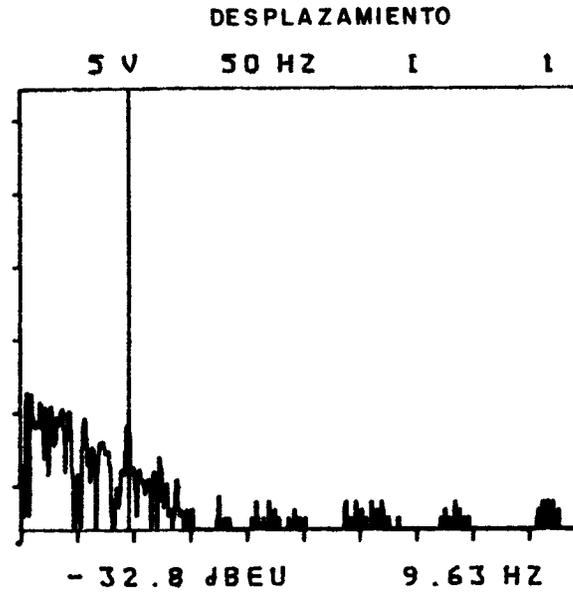
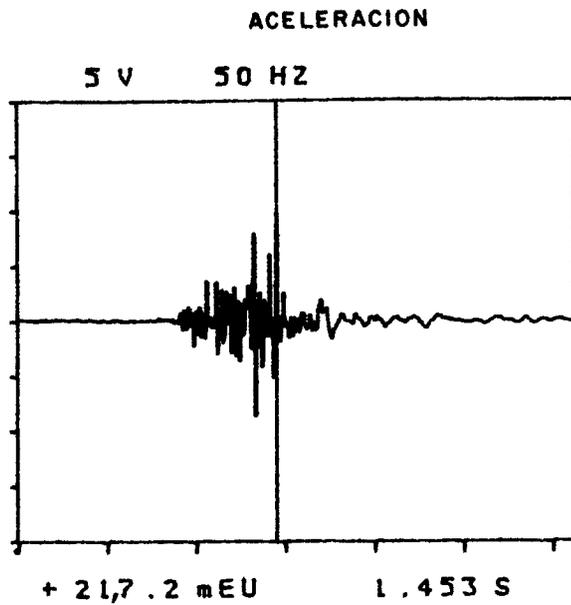


+ 0.548 EU 0.969 S

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha...23-IV-87.....

Localidad ALAIZ.....

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

Voladura..P-2..Produc.....

Canal..6.....

Captador Pcb.-393C-837.....

Observaciones .f. = 43,4.....

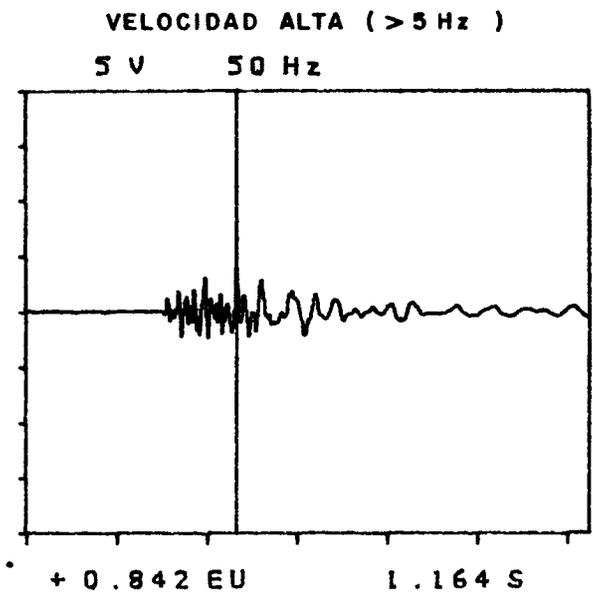
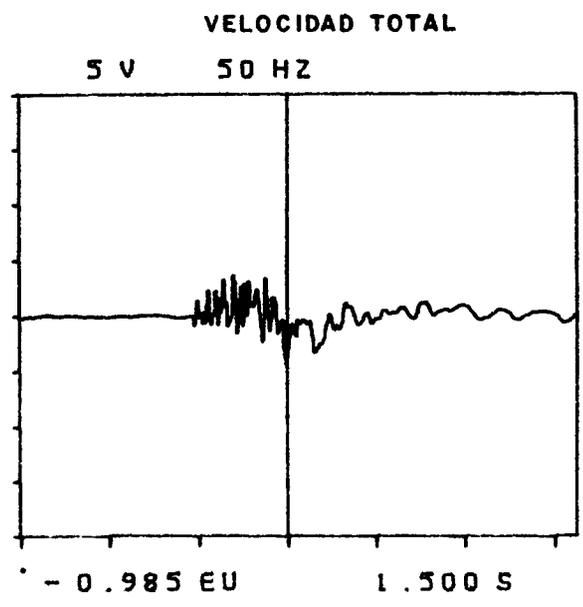
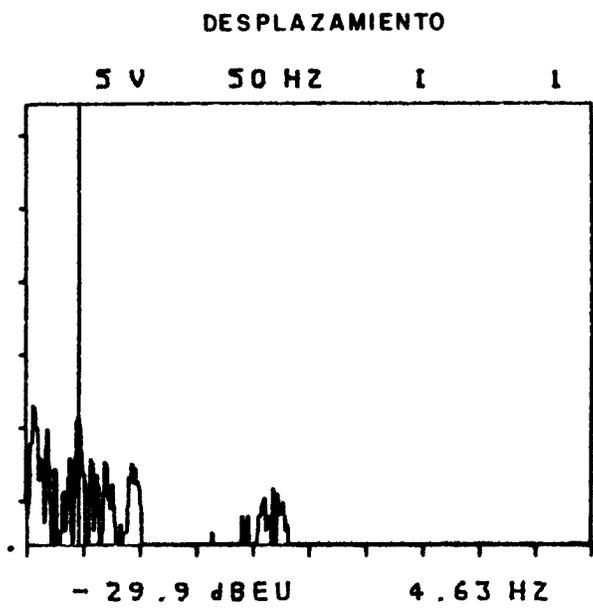
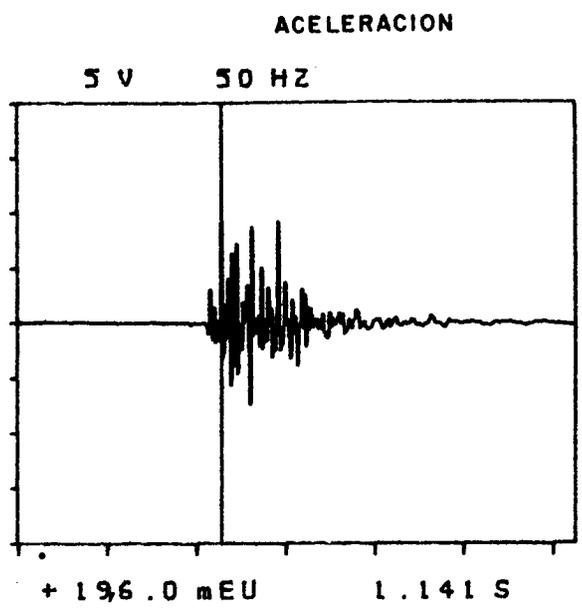
+

+

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha... 23-IV-87 .....

Localidad... ALAIZ .....

Emplazamiento... E-4-V .....

Voladura... P-2 Producc .....

Canal... 7 .....

Captador... Pcb-393C-838 .....

Observaciones... f... 66,6 .....

+

+

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha....23-IV-87.....

Localidad...ALAIZ.....

Emplazamiento..E-5-V.....

Voladura..P-2..Produc.....

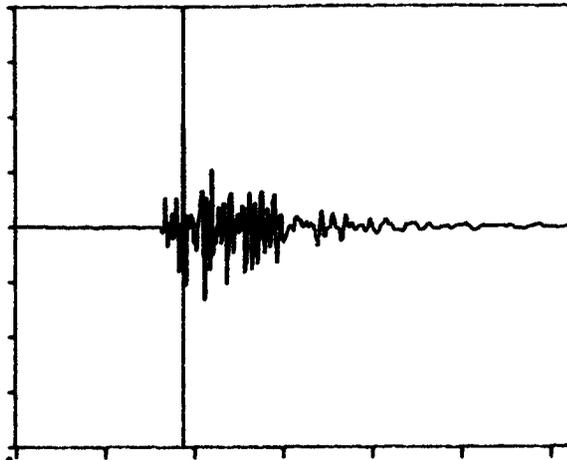
Canal...8.....

Captador...Pcb-393C-839.....

Observaciones...f = 25,6.....

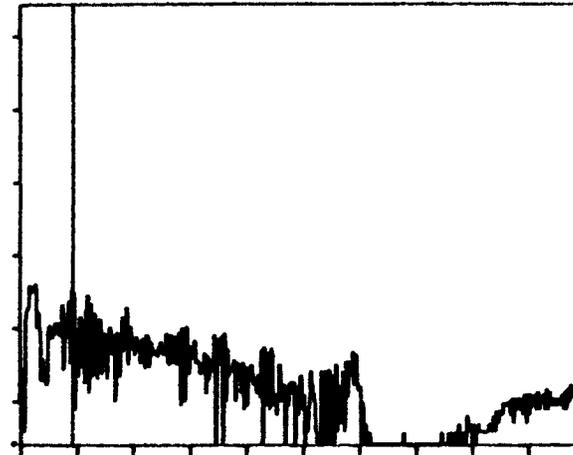
ACELERACION

5 V 50 HZ



+ 20,8 .3 mEU 0.938 S

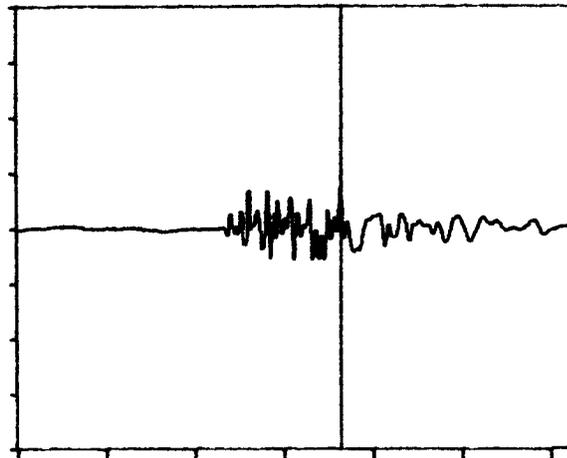
5 V 50 HZ I I



- 25.8 dB EU 4.63 HZ

VELOCIDAD TOTAL

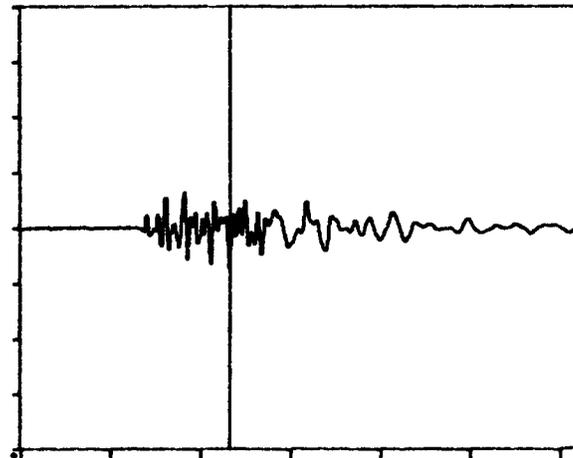
5 V 50 HZ



+ 0.791 EU 1.820 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

5 V 50 Hz



- 0.829 EU 1.164 S

+

+

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha 25-III-87

Localidad ALAIZ-LAS-CAMPANAS

Emplazamiento E-1-V

Voladura VOLADURAS DE PRUEBAS (P-

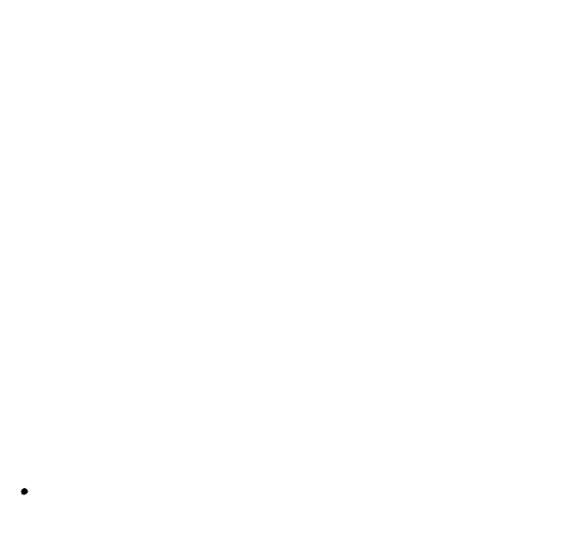
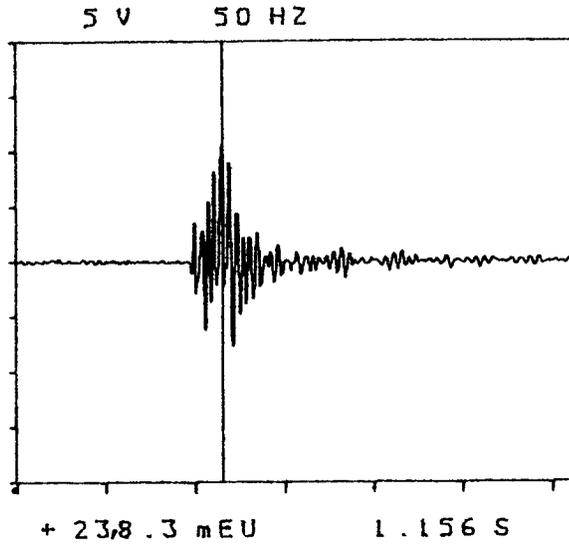
Canal 1

Captador Pcb-393C-623

Observaciones f. 21, 2

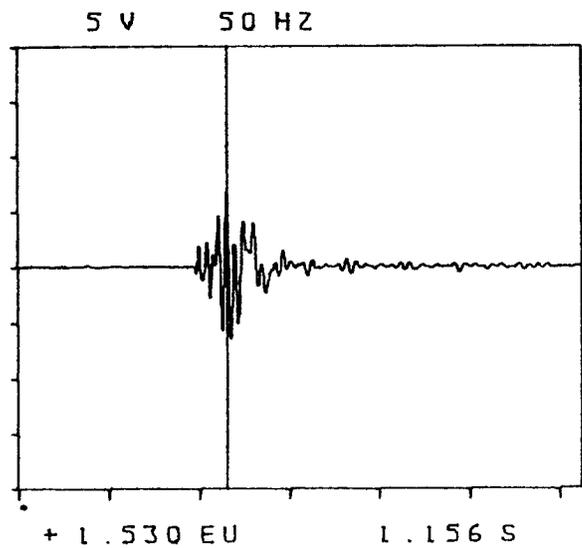
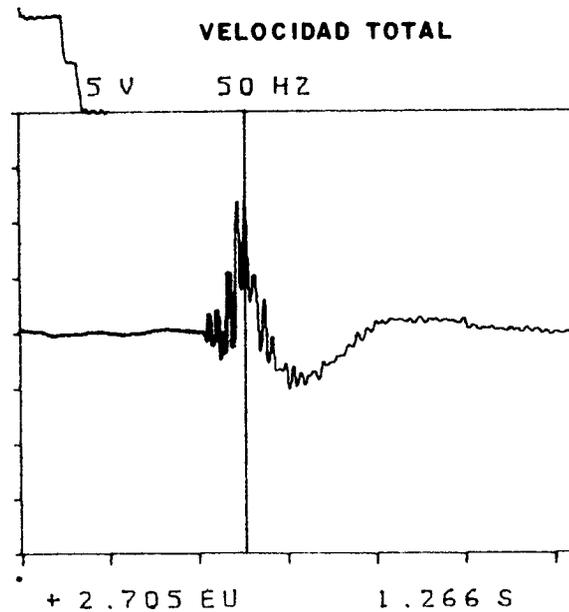
ACELERACION

DESPLAZAMIENTO



VELOCIDAD TOTAL

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



+

+

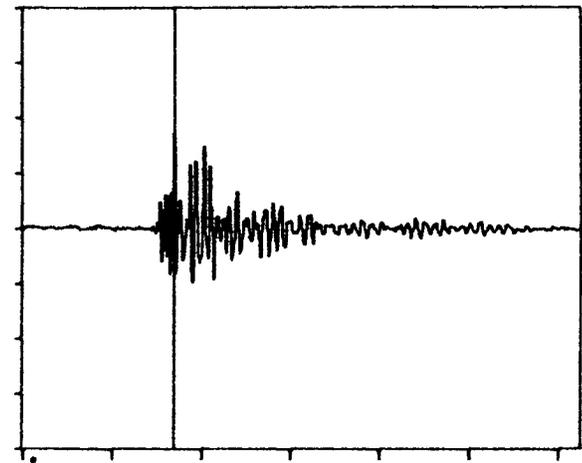


DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha... 25-III-87  
 Localidad... ALAIZ-LAS CAMAPANAS  
 Emplazamiento... E-1-HL  
 Voladura... VOLADURA PRUEBA (P-1)  
 Canal... 2  
 Captador... Pcb-393C-627  
 Observaciones... f = .66, 6

ACELERACION

5 V 50 HZ



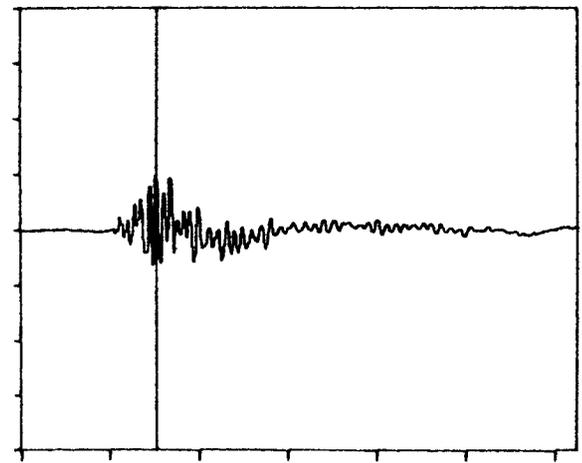
+ 20,1 .3 mEU 0.852 S

DESPLAZAMIENTO

.

VELOCIDAD TOTAL

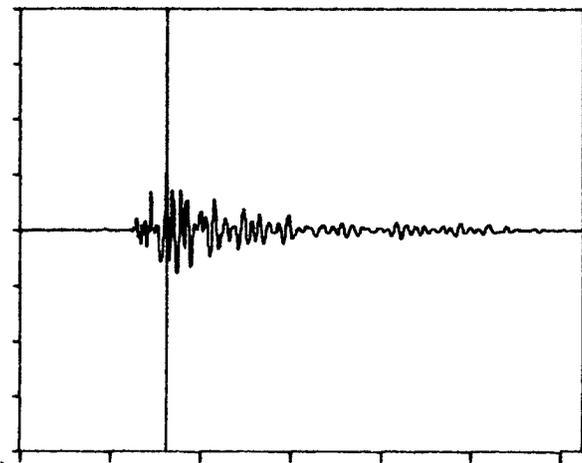
5 V 50 HZ



+ 1.117 EU 0.766 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

5 V 50 HZ



+ 1.185 EU 0.813 S

+

+

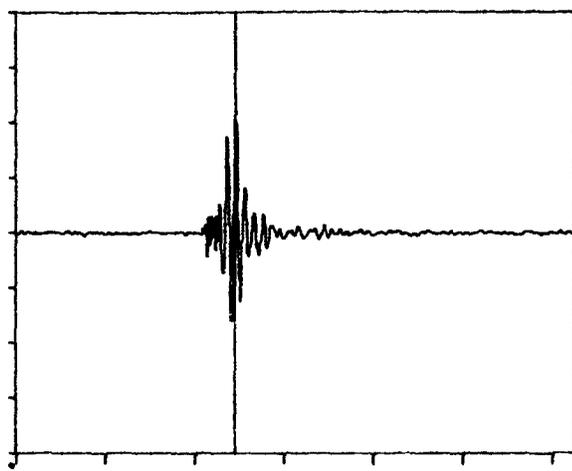


DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha 25-III-87  
 Localidad ALAIZ-LAS CAMPANAS..  
 Emplazamiento E-1-HT  
 Voladura VOLADURA..PRUEBA (P-1).  
 Canal...3.....  
 Captador Rcb.-393C-626.....  
 Observaciones ...f. = 21,2.....

ACELERACION

5 V 50 HZ

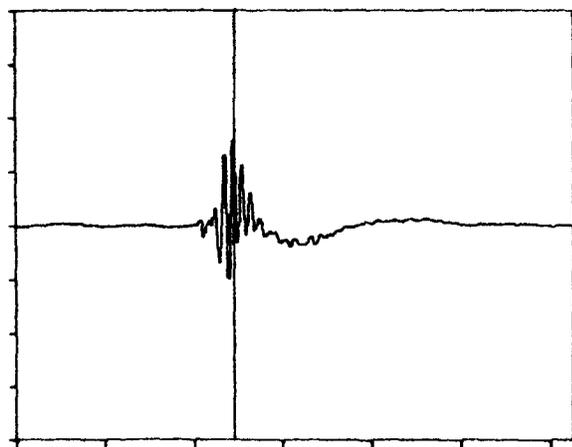


+ 24,5 . 2 mEU 1,227 S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

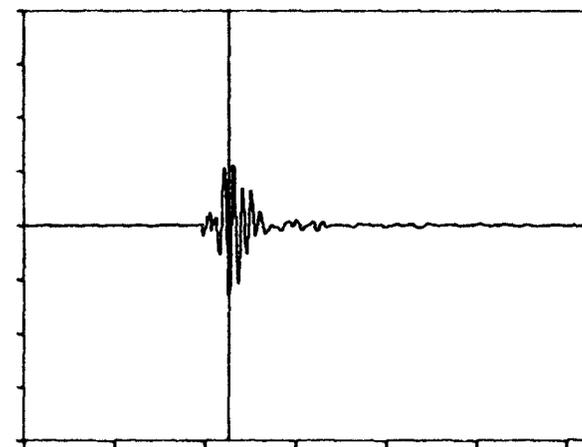
5 V 50 HZ



+ 1.903 EU 1,227 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

5 V 50 HZ

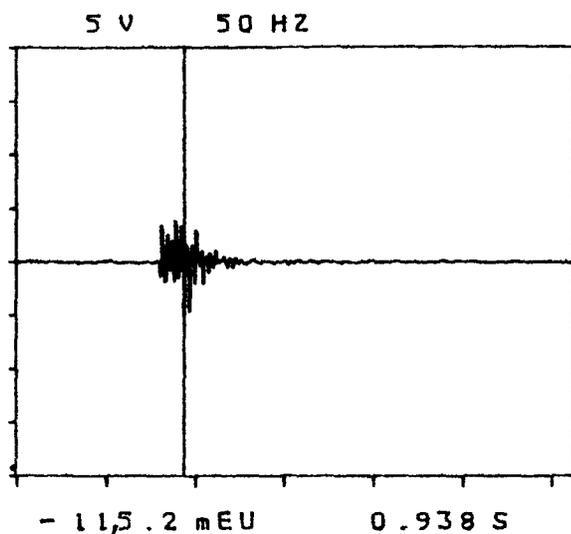


- 1.568 EU 1,133 S

+

+

ACELERACION



DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha... 25-III-87 .....

Localidad... ALAIZ-LAS CAMPANAS .....

Emplazamiento... E-2-V .....

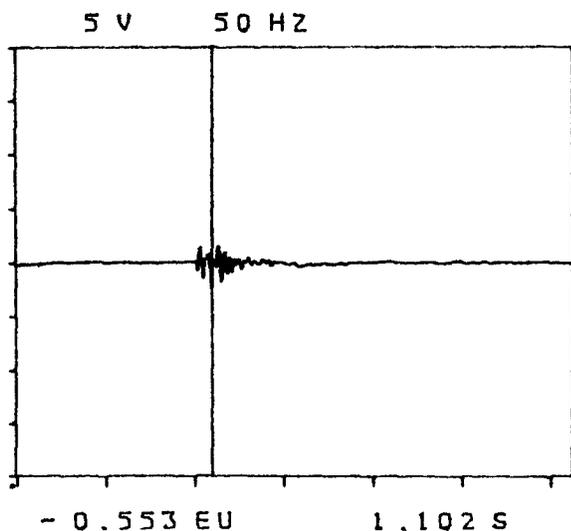
Voladura... VOLADURA PRUEBA (P-1) .....

Canal... 4 .....

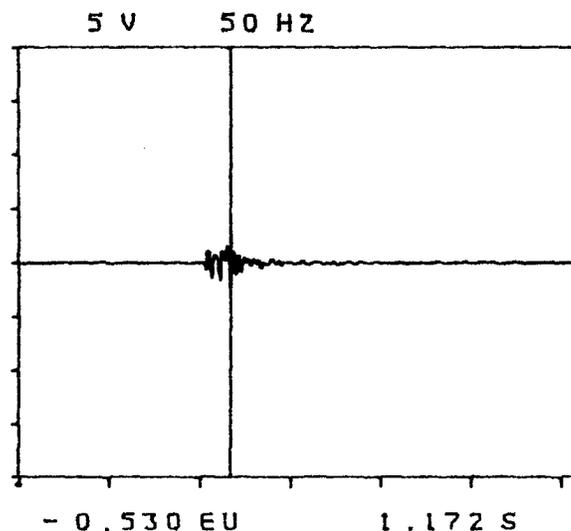
Captador... Pcb- 393C-622 .....

Observaciones... f. = 43,4 .....

VELOCIDAD TOTAL



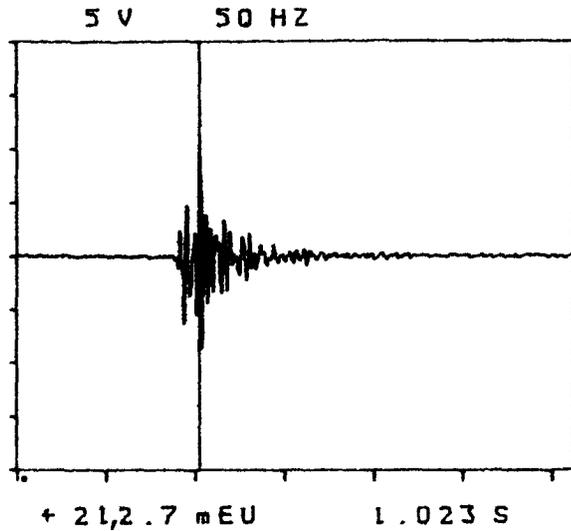
VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



+

+

ACELERACION



DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha 25-III-87

Localidad ALAIZ-LAS CAMPANAS...

Emplazamiento E-2-HL

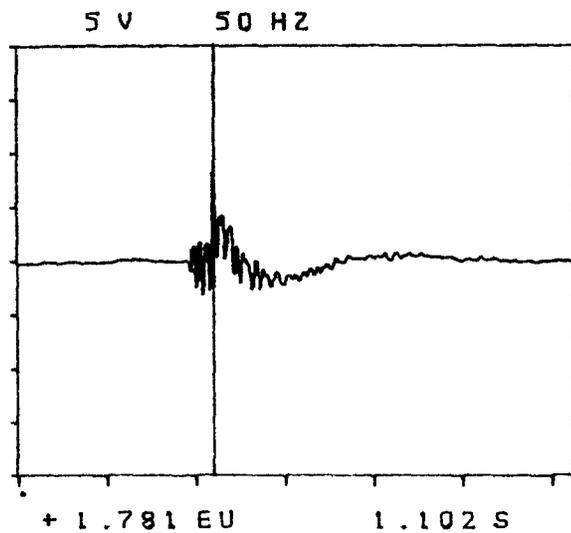
Voladura VOLADURA PRUEBA (P-1)

Canal 5

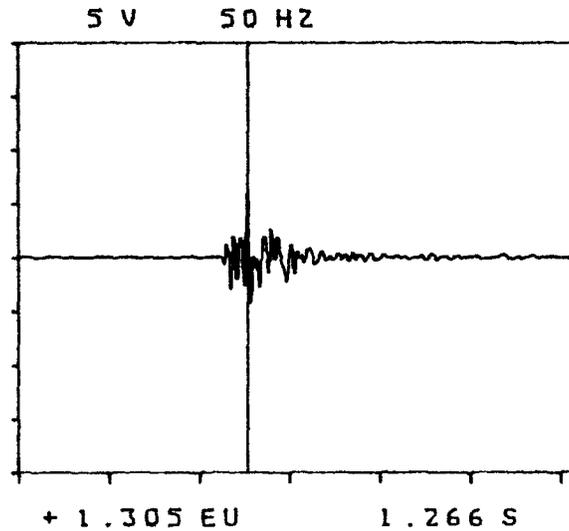
Captador Pcb-393C-624

Observaciones f. = 32,25

VELOCIDAD TOTAL

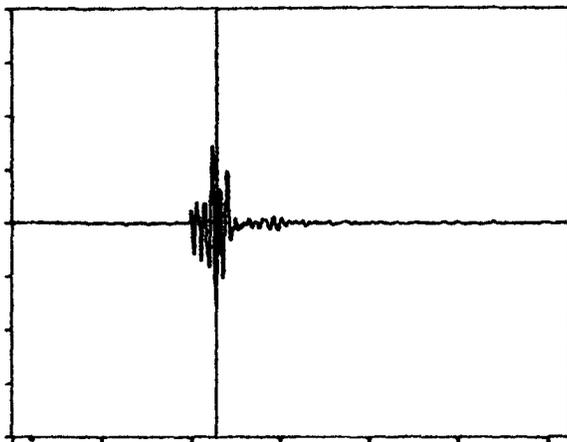


VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)



ACELERACION

5 V 50 HZ

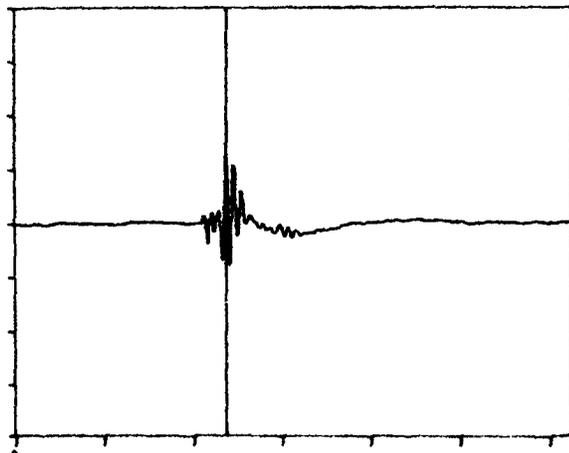


- 17,3 . 0 mEU 1 . 141 S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

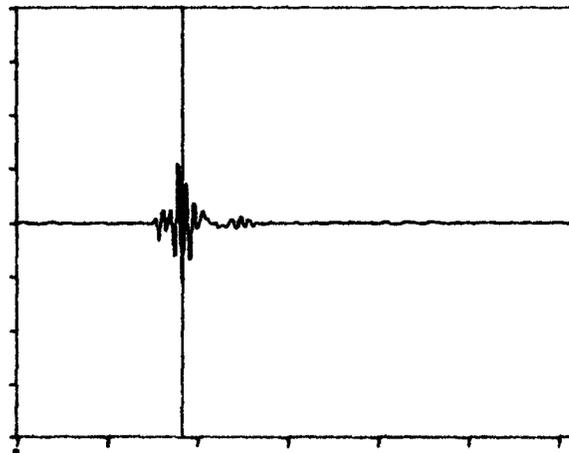
5 V 50 HZ



+ 1 . 426 EU 1 . 188 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

5 V 50 HZ



- 1 . 273 EU 0 . 914 S

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha . 25-III-87

Localidad ALAIZ-LAS CAMPANAS

Emplazamiento . E-2-HT

Voladura VOLADURA PRUEBA (P-1)

Canal . 6

Captador . Pcb-393C-625

Observaciones . f. = . 25 , 6

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha... 25-III-87 .....

Localidad ALAIZ-LAS CAMPANAS .....

Emplazamiento E-3-V .....

Voladura VOLADURA PRUEBA (P-1) .....

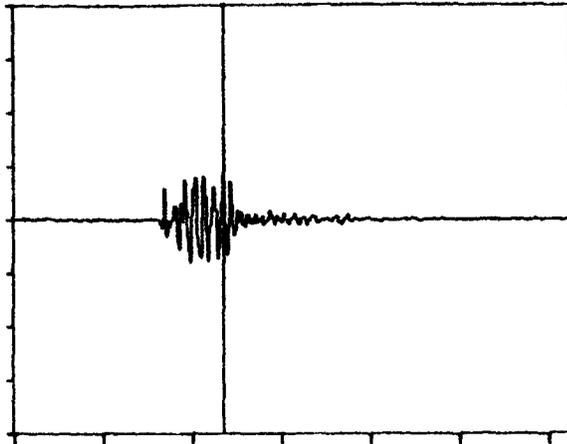
Canal... 7 .....

Captador... Pcb-393C-832 .....

Observaciones... f. = 18.1 .....

ACELERACION

5 V 50 HZ

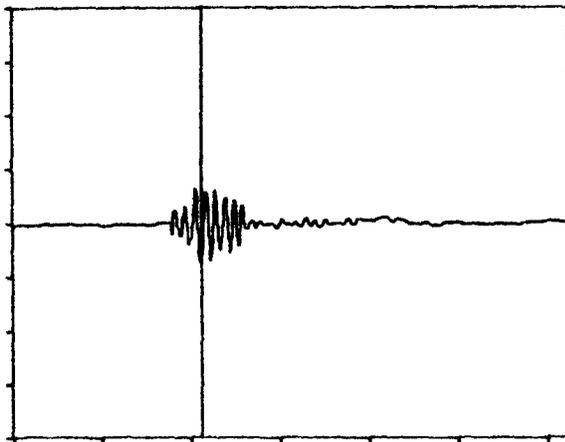


+ 9,1.2 mEU 1.180 S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

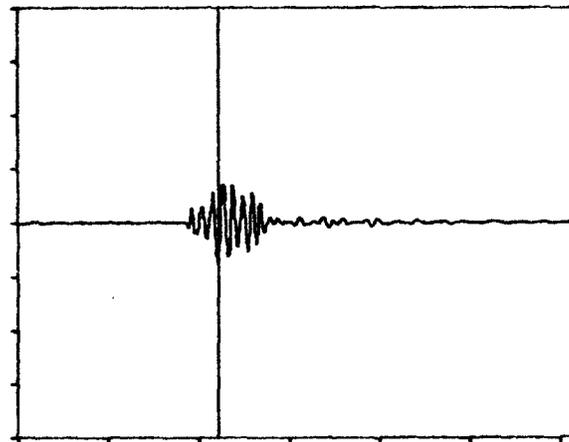
5 V 50 HZ



- 0.812 EU 1.063 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

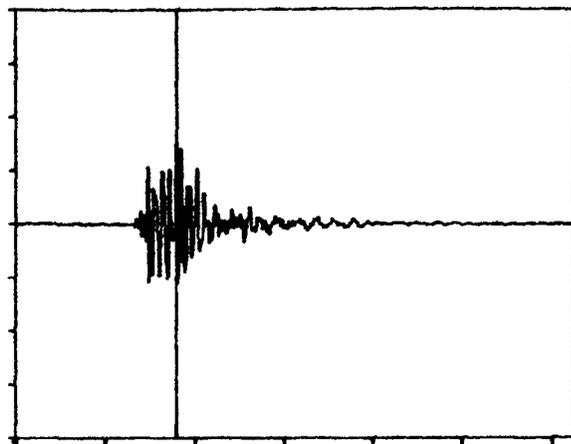
5 V 50 HZ



- 0.789 EU 1.109 S

ACELERACION

5 V 50 HZ



+ 173.0 mEU 0.898 S

DESPLAZAMIENTO

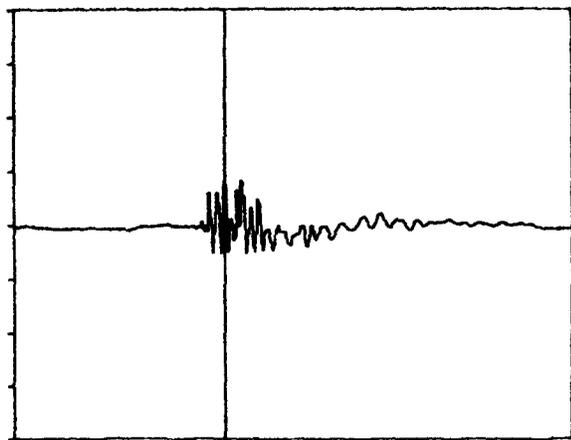
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

VELOCIDAD TOTAL

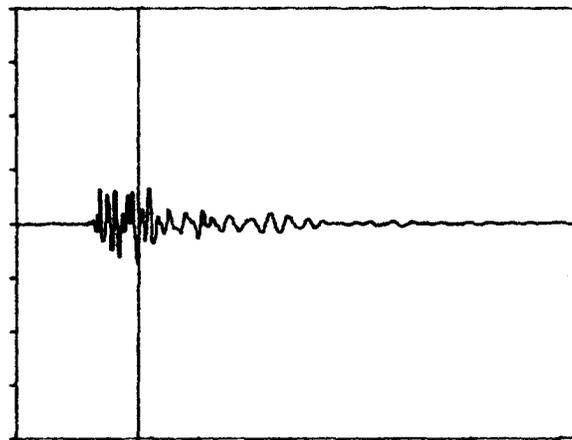
5 V 50 HZ



+ 0.946 EU 1.180 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

5 V 50 HZ



- 0.886 EU 0.672 S

Fecha 25-III-87

Localidad ALAIZ-LAS CAMPANAS

Emplazamiento E-3-HL

Voladura VOLADURA . PRUEBA . (P-1)

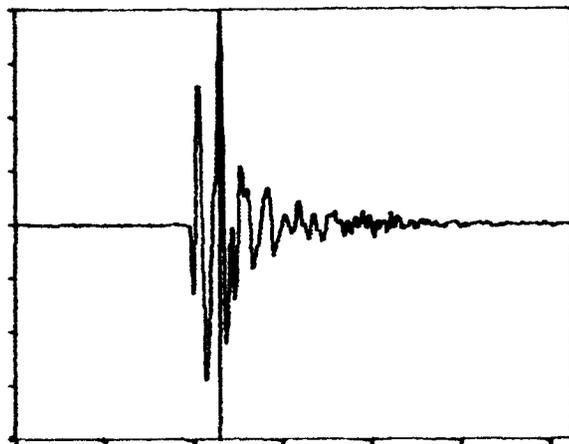
Canal 8

Captador Pcb-393C-833

Observaciones f. = 66,6

ACELERACION

2 V 200 HZ



+ 188.9 mEU 287.1 mS

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

1 V 200 HZ



+ 7.885 EU 291.0 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha 25-III-87

Localidad C. LA NUEVA

Emplazamiento ESTACION BRUEL

Voladura PRUEBA 1

Canal 2

Captador VERTICAL

Observaciones

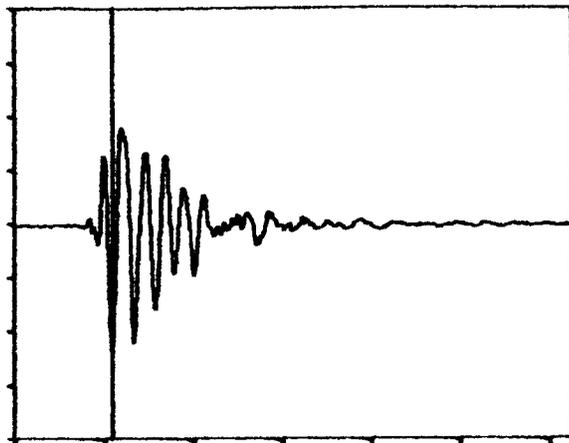
En la Plaza de la Cantera

ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

2 V 200 HZ

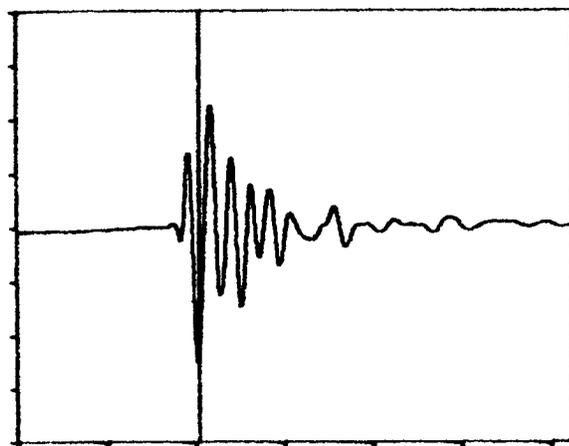


- 120,0 mEU 136.7 mS

VELOCIDAD TOTAL

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

1 V 200 HZ



+ - 6.287 EU 255.9 mS



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha... 25-III-87.....

Localidad... C. LA NUEVA.....

Emplazamiento... ESTACION BRUEL.....

Voladura... VOLADURA PRUEBA..(P-1)

Canal... 3.....

Captador LONG.....

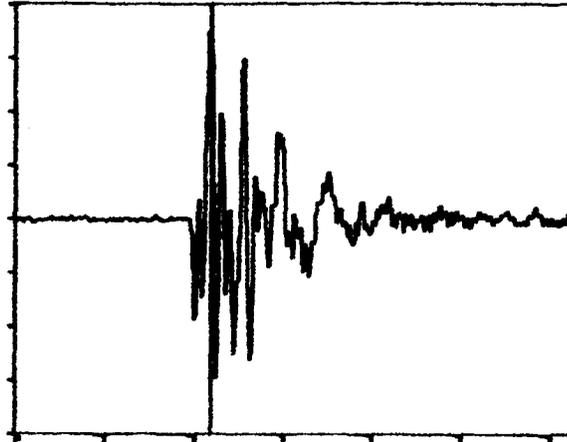
Observaciones.....

ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

1 V 200 HZ

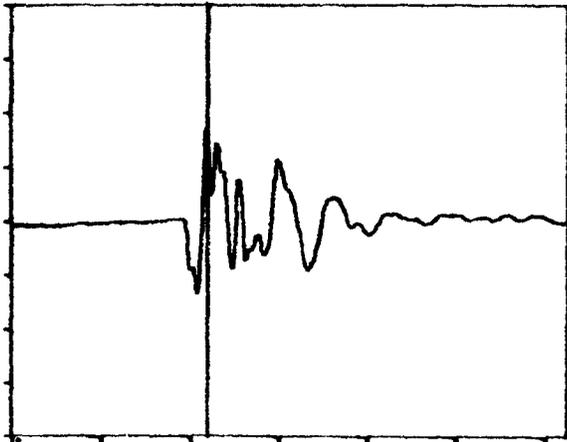


+ 87.74 mEU 273.4 mS

VELOCIDAD TOTAL

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

1 V 200 HZ



+ 4.319 EU 275.4 mS



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha 25-III-87

Localidad C. LA NUEVA

Emplazamiento ESTACION BRUEL

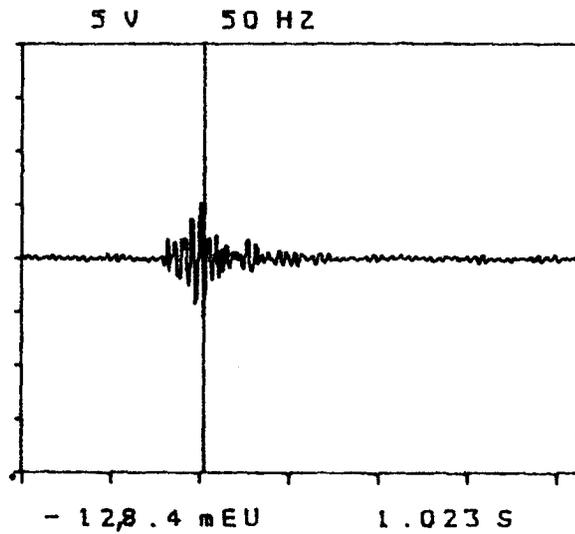
Voladura VOLADURA PRUEBA (P-1)

Canal 4

Captador TRANSV

Observaciones

ACELERACION



DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha ..25-III-87.....

Localidad ..ALAIZ-LAS-CAMPANAS..

Emplazamiento ..E-1-V.....

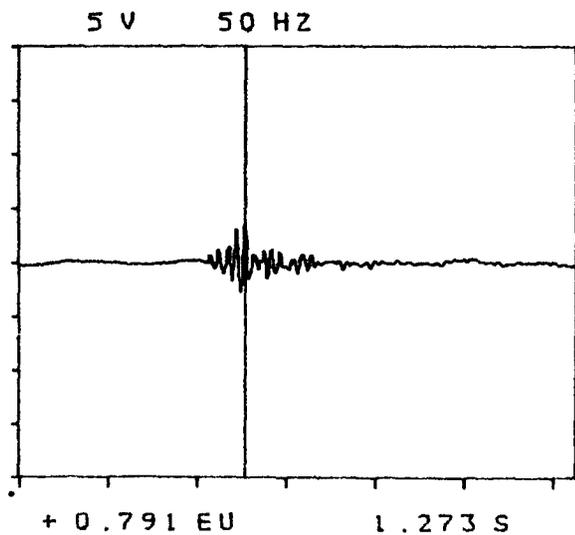
Voladura VOLADURA PRUEBA ..(P-2)

Canal ..1.....

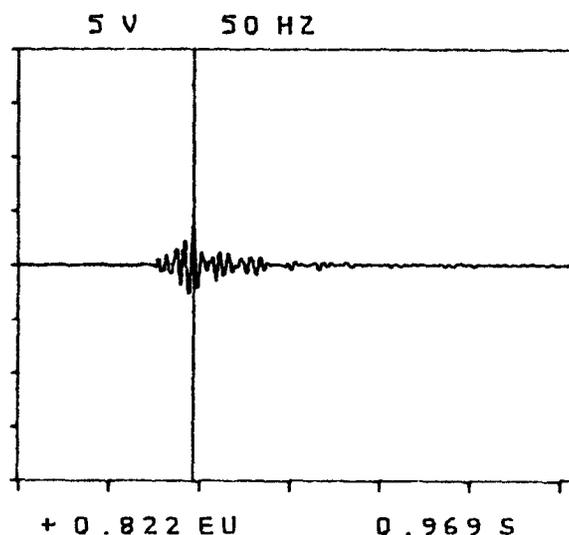
Captador ..Pcb-393C-623.....

Observaciones ..f. = .32,2.....

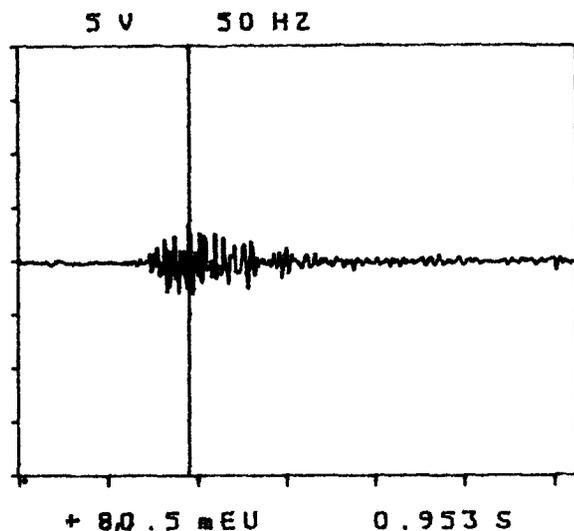
VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)



ACELERACION



DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha 25-III-87

Localidad ALAIZ-LAS CAMPANAS

Emplazamiento E-1-HL

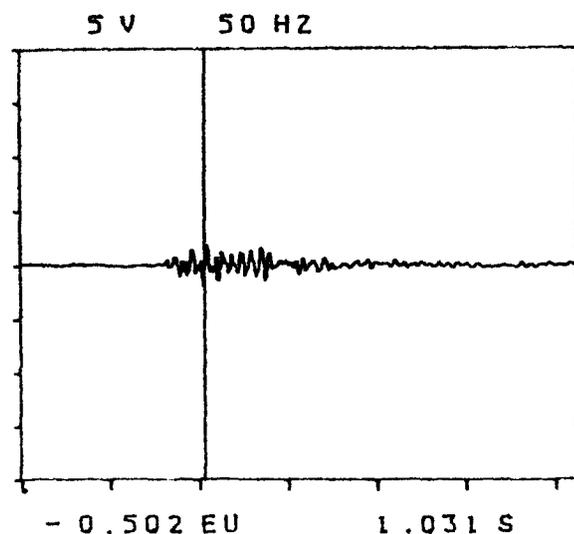
Voladura VOLADURA PRUEBA (P-2)

Canal 2

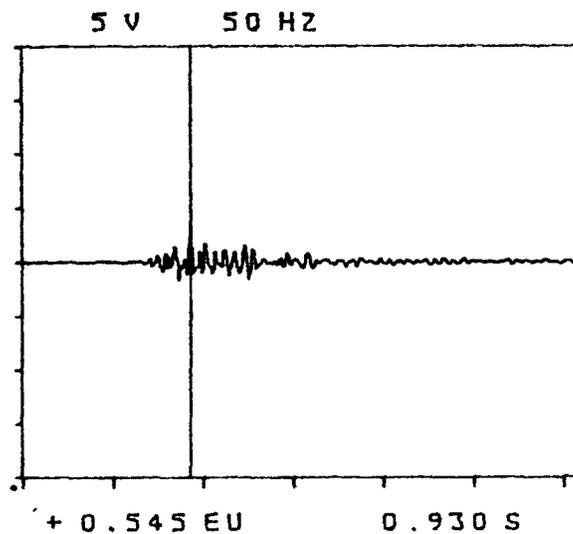
Captador Pcb-393C-627

Observaciones f. = .31, 2

VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)



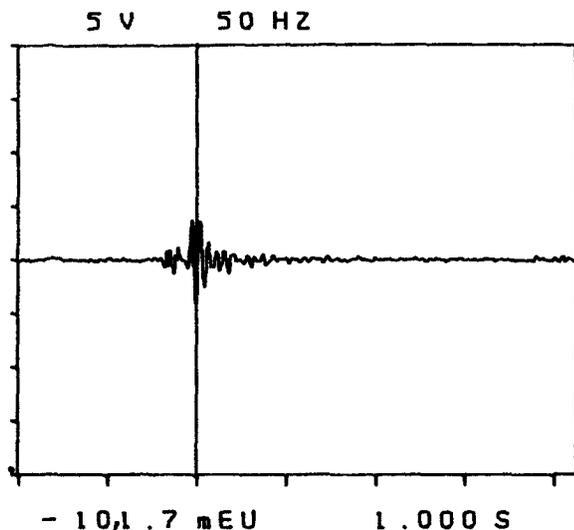
ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas



Fecha 25-III-87

Localidad ALAIZ-LAS CAMPANAS

Emplazamiento E-1-HT

Voladura VOLADURA PRUEBA (P-2)

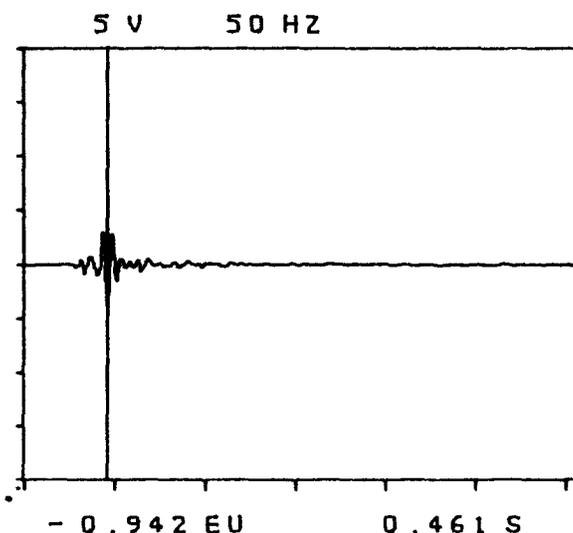
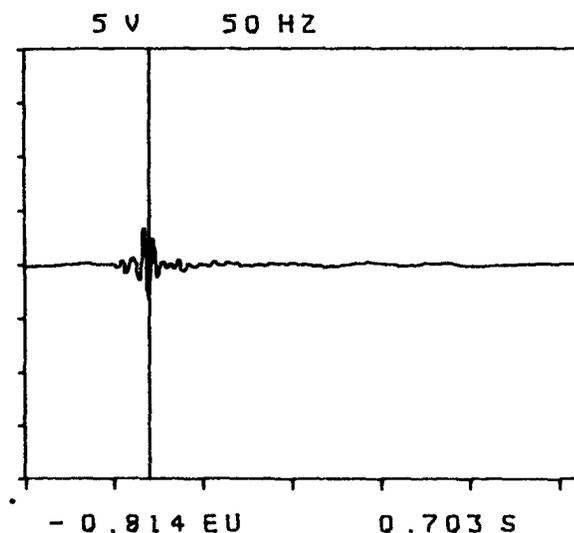
Canal 3

Captador Pcb-393C-626

Observaciones f. = 21,7

VELOCIDAD TOTAL

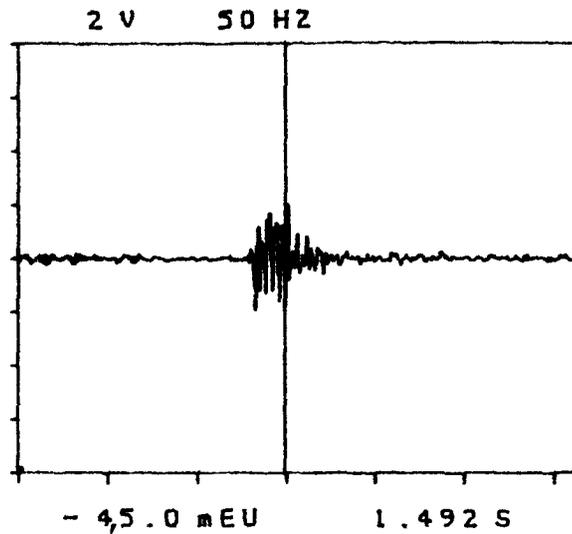
VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)



+

+

ACELERACION



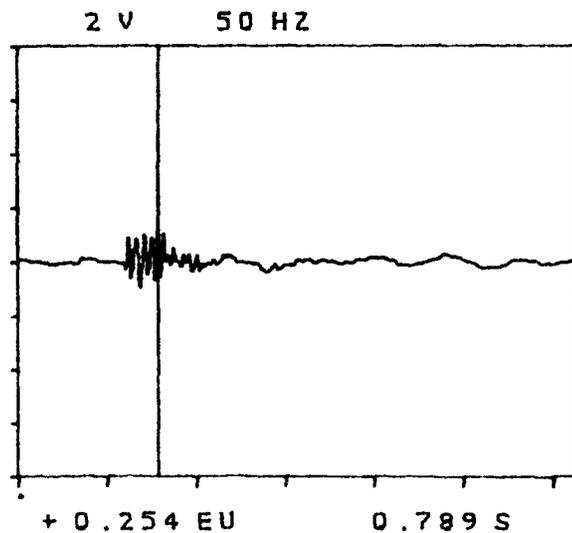
DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

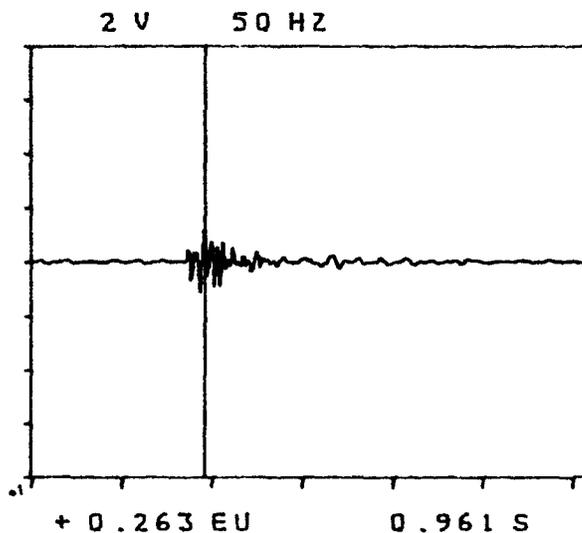


DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

VELOCIDAD TOTAL

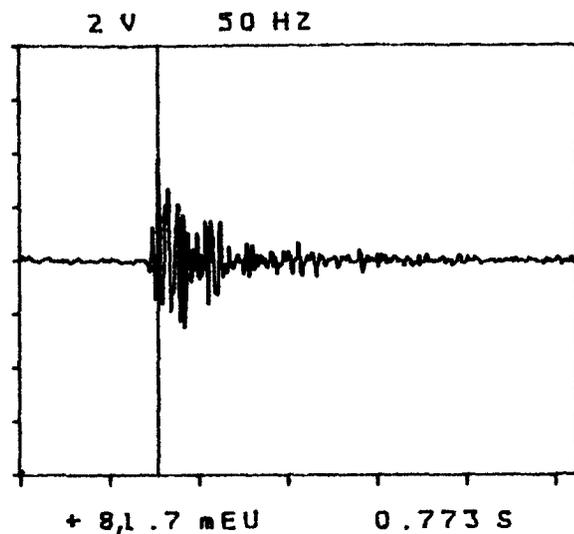


VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



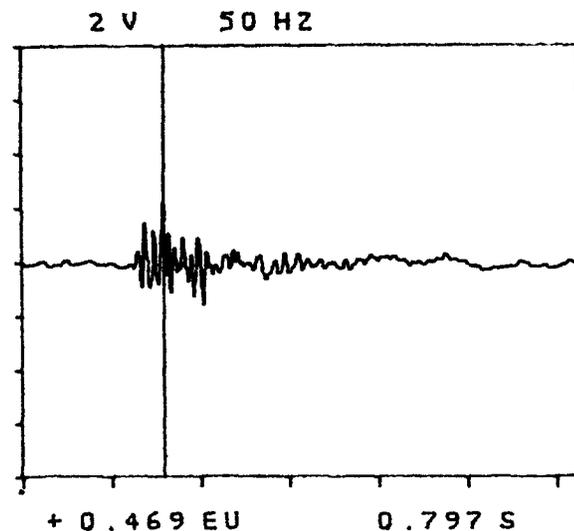
Fecha 25-III-87  
 Localidad ALAIZ-LAS CAMPANAS  
 Emplazamiento E-2-V  
 Voladura VOLADURAPRUEBA..(P-2).  
 Canal 4  
 Captador Pcb-393C-622  
 Observaciones f = 25,6

ACELERACION

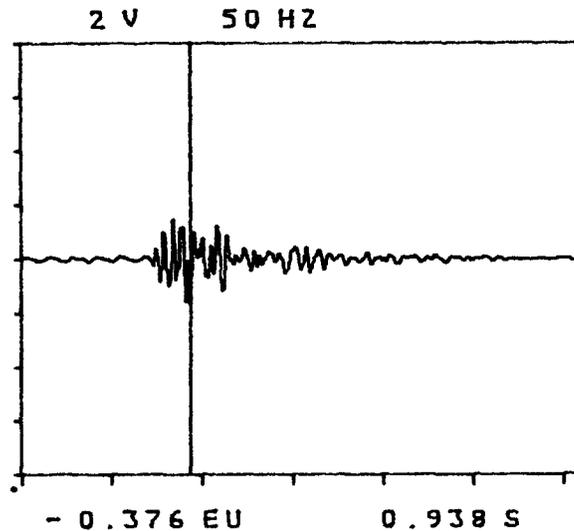


DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha 25-III-87

Localidad ALAIZ-LAS CAMPANAS...

Emplazamiento E-2-HL

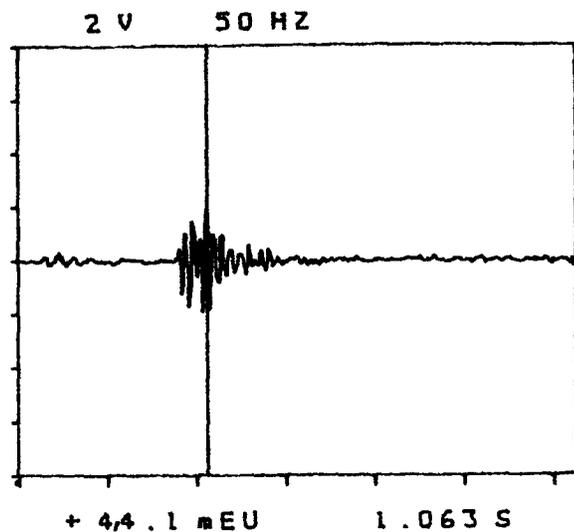
Voladura VOLADURA PRUEBA (P-2)

Canal 5

Captador Pcb-393C-624

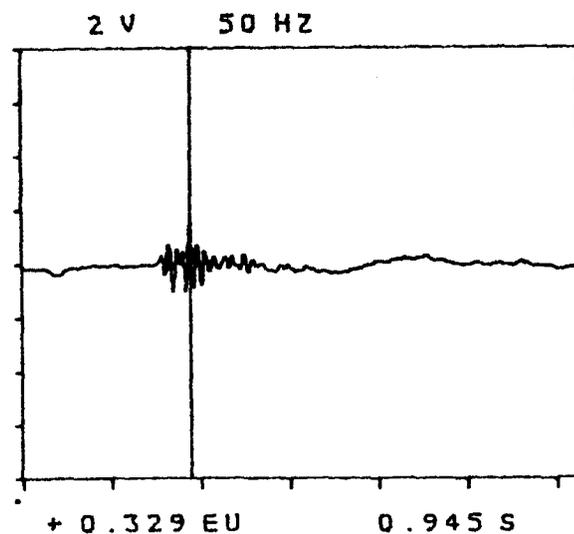
Observaciones f = 25,6

ACELERACION

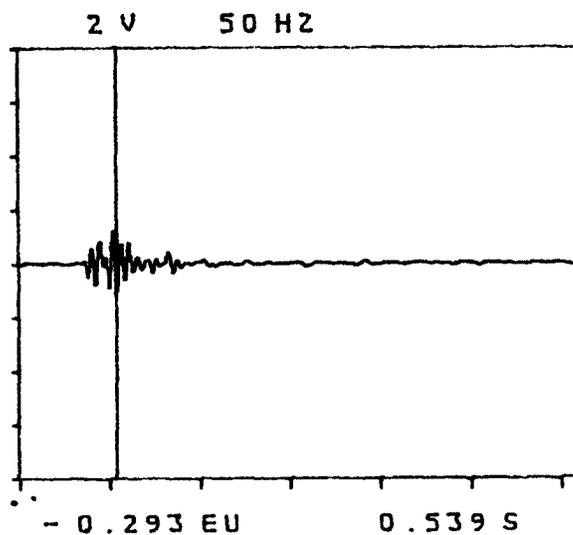


DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha 25-III-87

Localidad ALAIZ-LAS CAMPANAS

Emplazamiento E-2-HT

Voladura VOLADURA PRUEBA (P-2)

Canal 6

Captador Pcb 393C-625

Observaciones f = 25,6

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha...25-III-87.....

Localidad...ALAIZ-LAS CAMPANAS.....

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

Voladura...VOLADURA..PRUEBA..(P-2.)

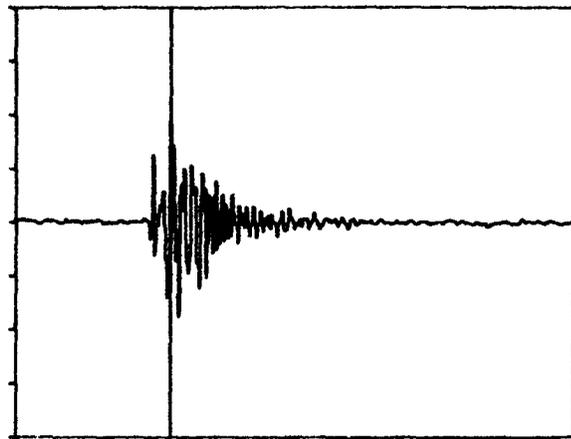
Canal...7.....

Captador...Pcb...393C-832.....

Observaciones...f...16,1.....

ACELERACION

2 V 50 HZ

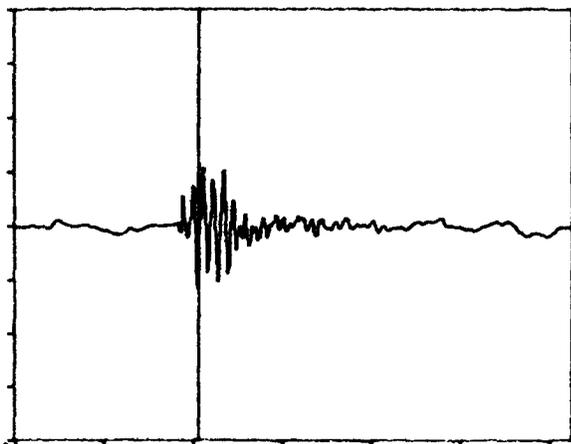


+ 82.2 mEU 0.859 S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

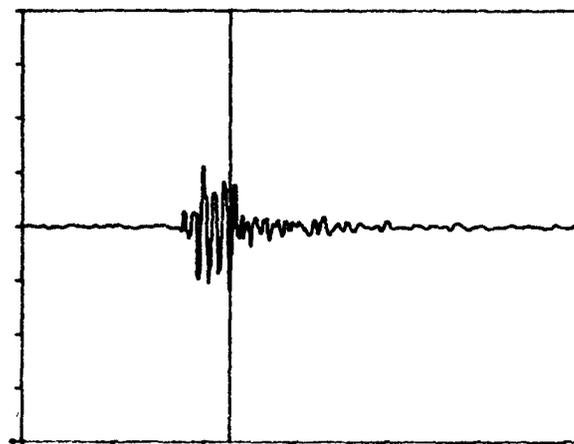
2 V 50 HZ



+ - 0.525 EU 1.031 S

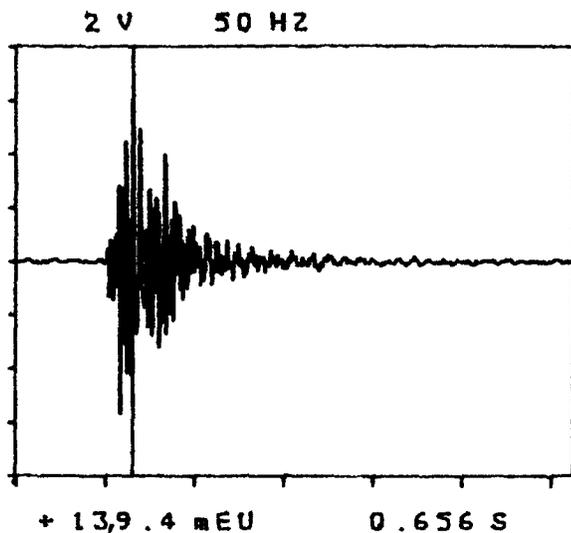
VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

2 V 50 HZ



+ - 0.522 EU 1.148 S

ACELERACION



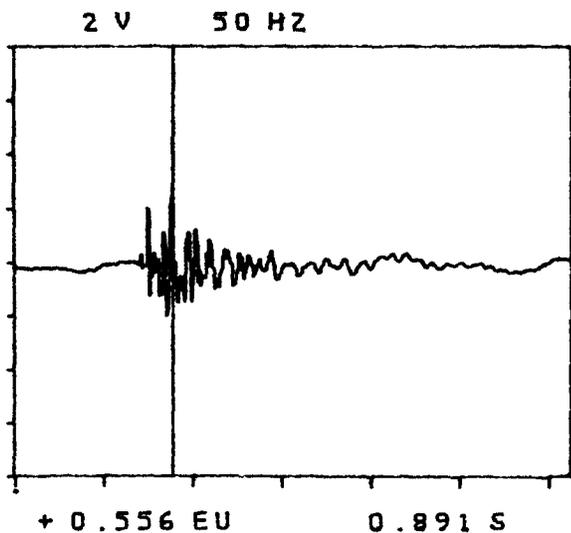
DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

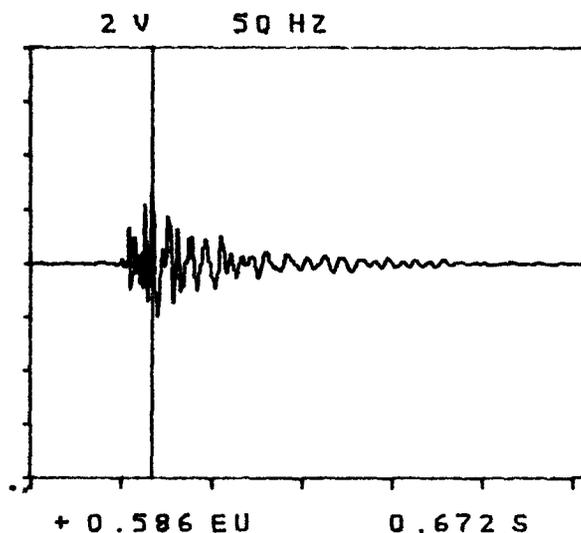


DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



Fecha 25-III-87

Localidad ALAIZ-LAS CAMPANAS

Emplazamiento E-3-HL

Voladura VOLADURA PRUEBA (P-2)

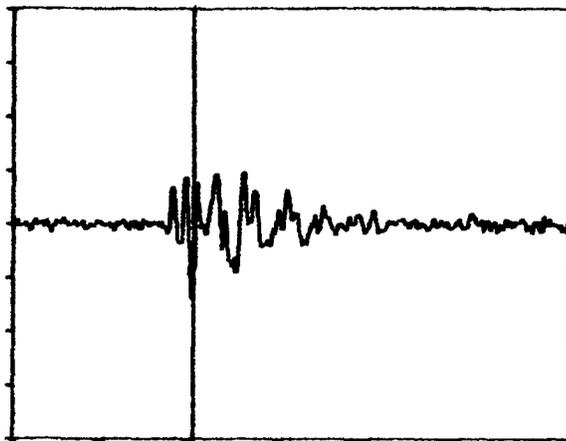
Canal 8

Captador Pcb-393C-833

Observaciones f. = 31,2

ACELERACION

0.5 V 200 HZ

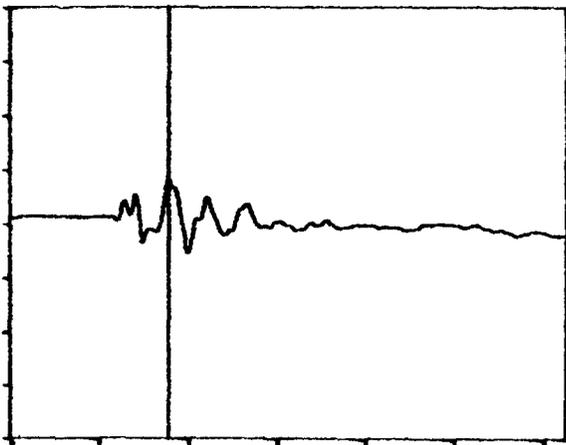


- 17,94 mEU 252.0 mS

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

0.5 V 200 HZ



+ 1,014 EU 222.7 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 25-III-87

Localidad..... C. LA NUEVA

Emplazamiento..... ESTACION BRUEL

Voladura VOLADURA.. PRUEBA.. 2.....

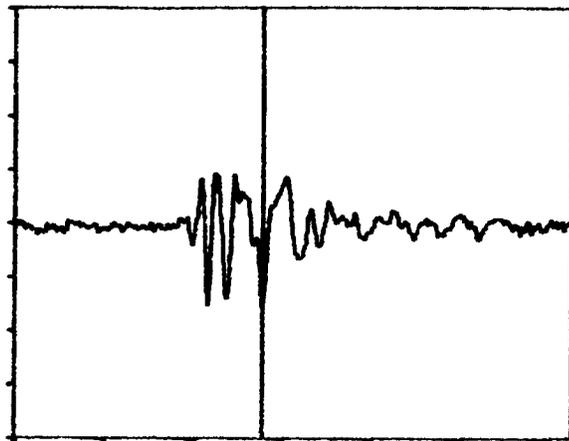
Canal..... 2

Captador..... VERT.

Observaciones.....

ACELERACION

0.5 V 200 HZ



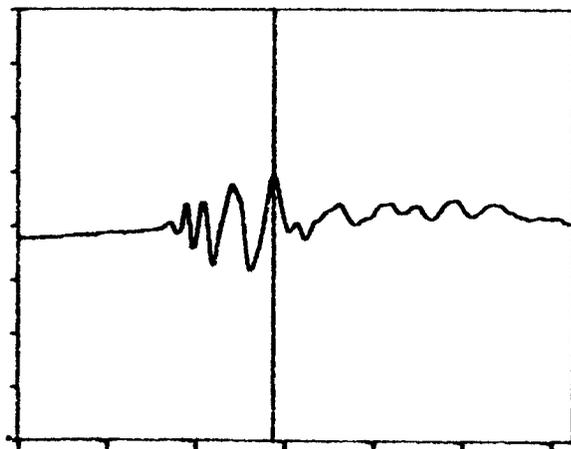
- 19.58 mEU

347.7 ms

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

0.5 V 200 HZ



+ 1.165 EU

359.4 ms

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha 25-III-87

Localidad C. LA NUEVA

Emplazamiento ESTACION BRUEL

Voladura VOLADURA PRUEBA 2

Canal 3

Captador LONG

Observaciones

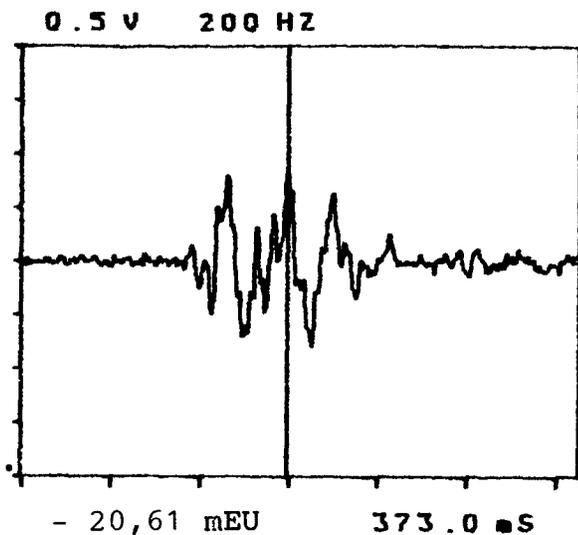
ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

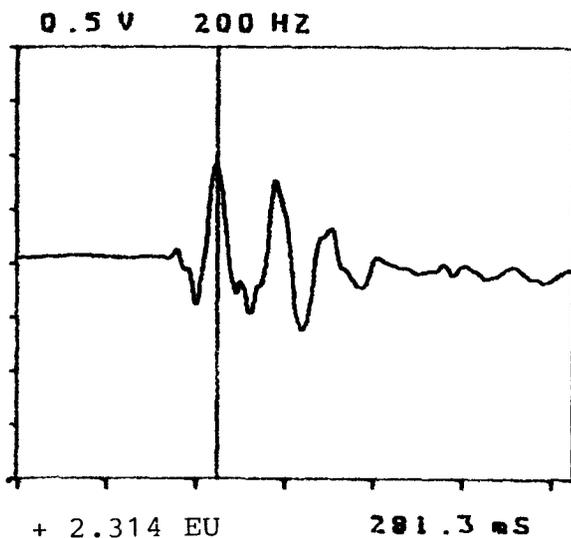


DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas



VELOCIDAD TOTAL

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



Fecha 25-III-87.....

Localidad C. LA NUEVA.....

Emplazamiento ESTACION BRUEL.....

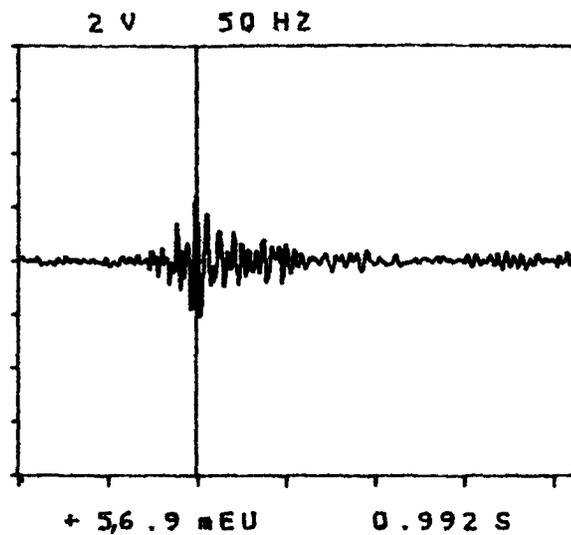
Voladura VOLADURA PRUEBA 2.....

Canal 4.....

Captador TRANSV.....

Observaciones.....

ACELERACION



DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha... 25-III-87.....

Localidad... ALAIZ-LAS CAMPANAS..

Emplazamiento... E-1-V.....

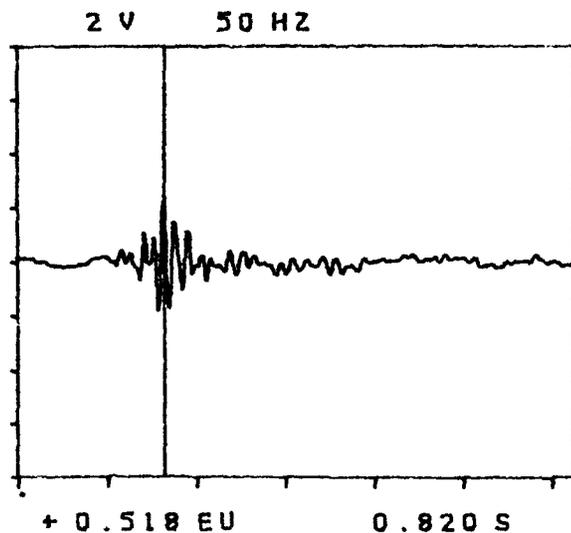
Voladura VOLADURA.. PRUEBA.. 3.....

Canal... 1.....

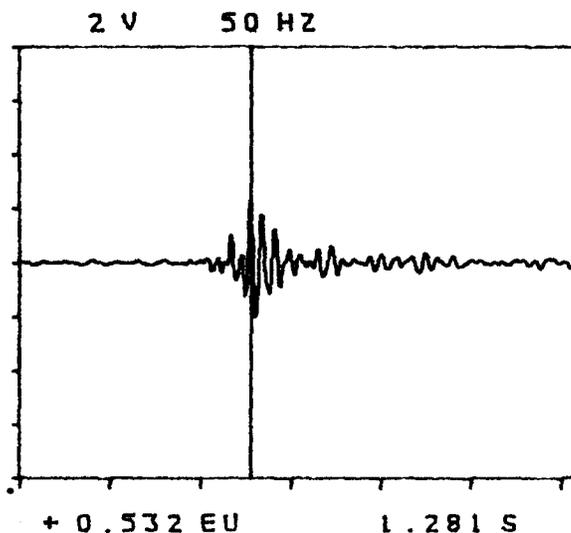
Captador... Pcd... 393C-623.....

Observaciones... f... 18.1.....

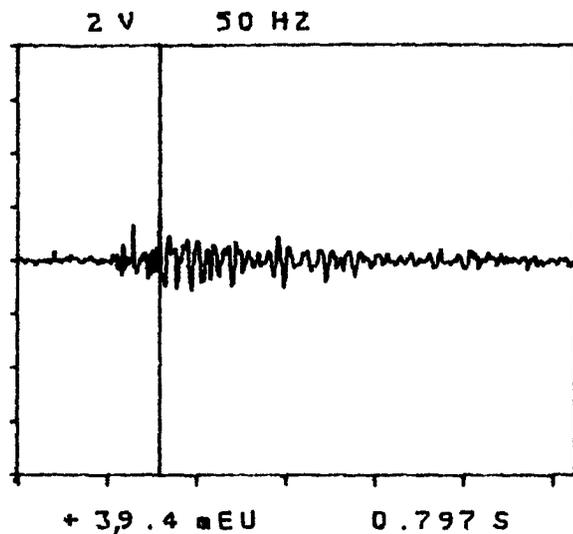
VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



ACELERACION



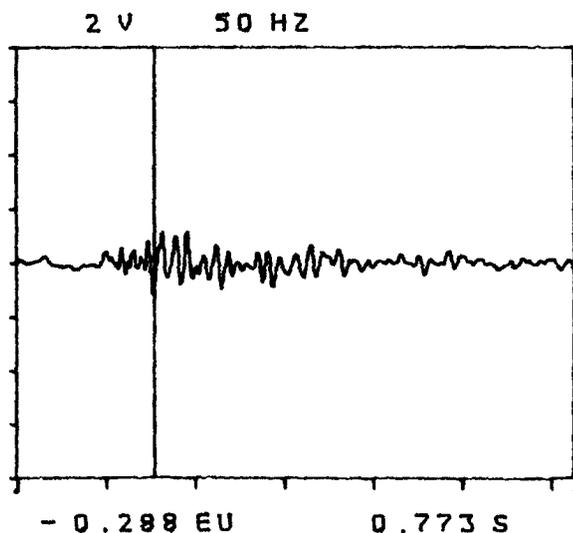
DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

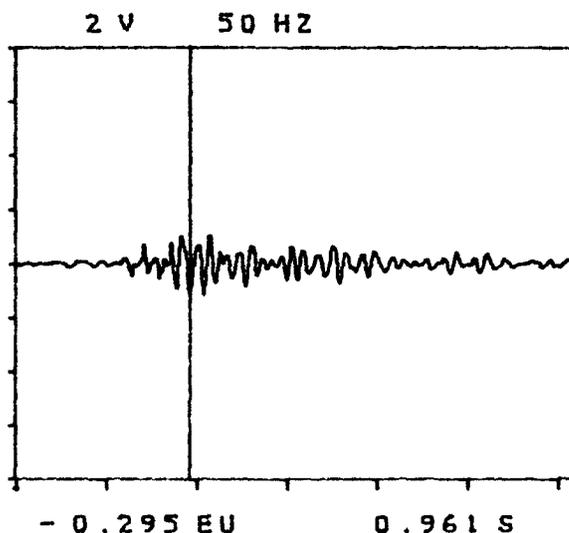


DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)



Fecha... 25-III-87.....

Localidad ALAIZ-LAS CAMPANAS...

Emplazamiento E-1-HL.....

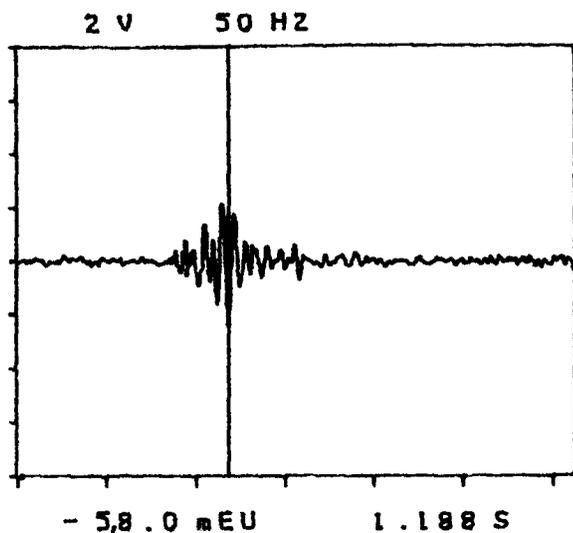
Voladura VOLADURA.. PRUEBA.. 3.....

Canal... 2.....

Captador .. Pch-393C-627.....

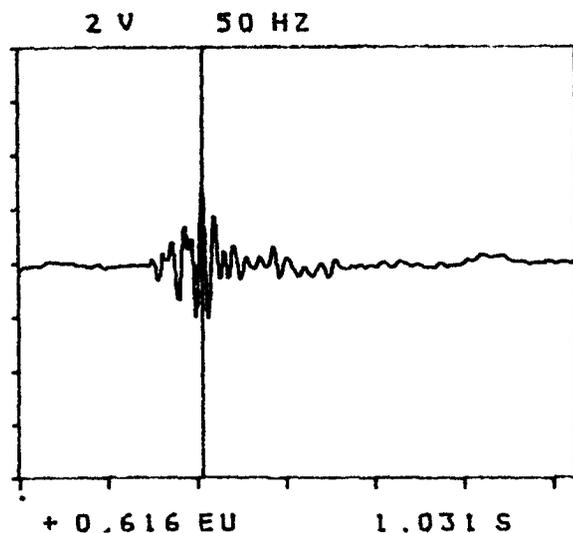
Observaciones ... f. = .62,5.....

ACELERACION

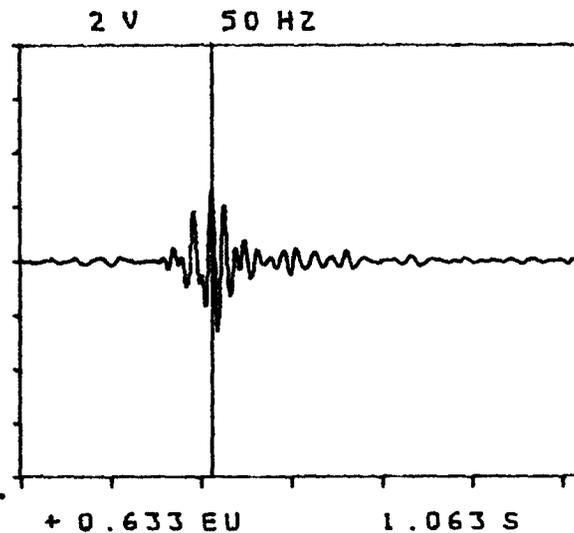


DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha...25-III-87.....

Localidad...ALAIZ-LAS..CAMPANAS....

Emplazamiento...E-1.-HT.....

Voladura...VOLADURA..PRUEBA..3.....

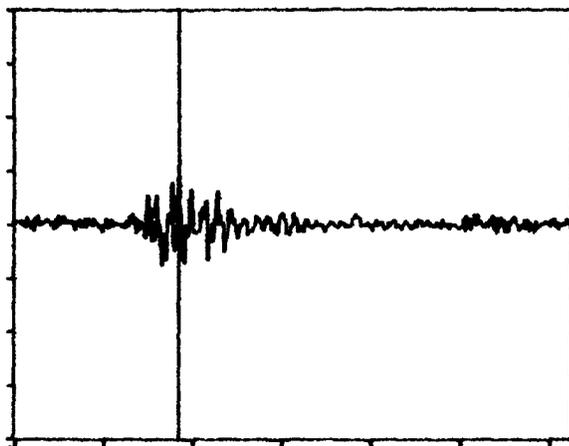
Canal...3.....

Captador...Pcb-393C-626.....

Observaciones...f. = .14,08.....

ACELERACION

1 V 50 HZ

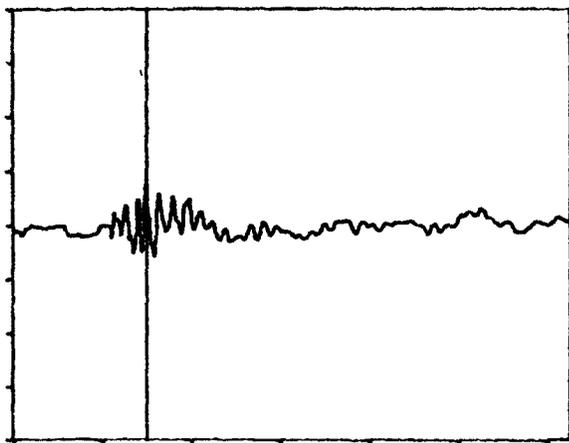


+ 20.19 mEU 0.922 S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

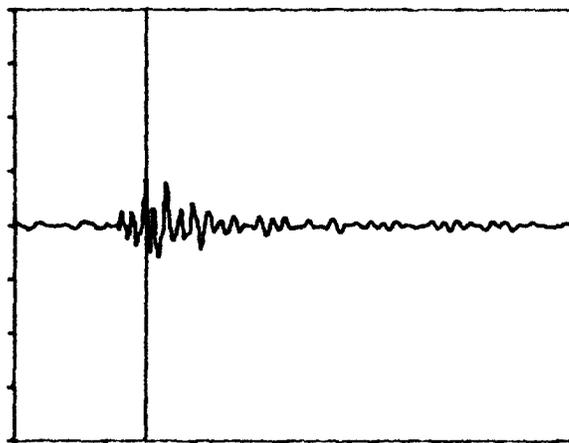
1 V 50 HZ



+ 166.4 mEU 0.750 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

1 V 50 HZ



+ 185.9 mEU 0.727 S

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha 25-III-87

Localidad ALAIZ-LAS CAMPANAS

Emplazamiento E-2-V

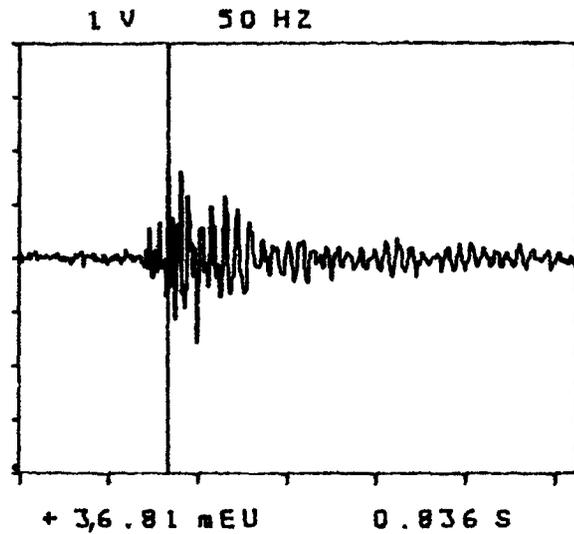
Voladura VOLADURA PRUEBA 3

Canal 4

Captador Pcb-393C-622

Observaciones f = 25

ACELERACION



DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..... 25-III-87

Localidad ALAIZ LAS CAMPANAS .....

Emplazamiento E-2-HL.....

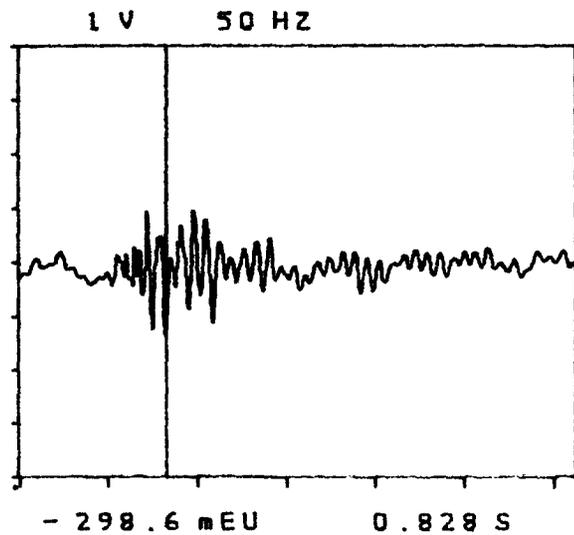
Voladura VOLADURA PRUEBA 3 .....

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

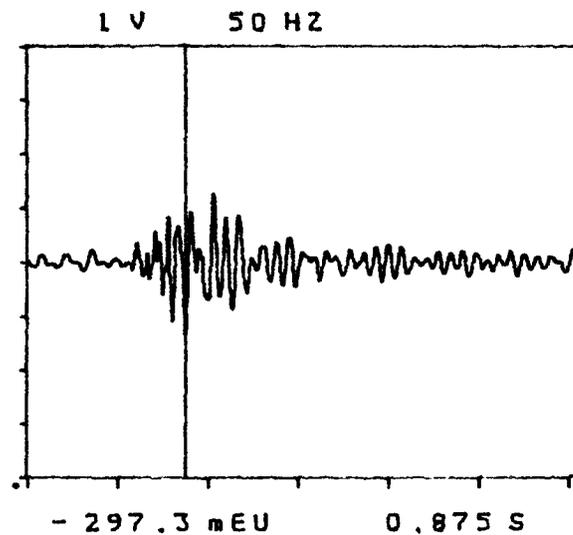
Captador Pcb -393C-624 .....

Observaciones f. = 6,25 .....

VELOCIDAD TOTAL

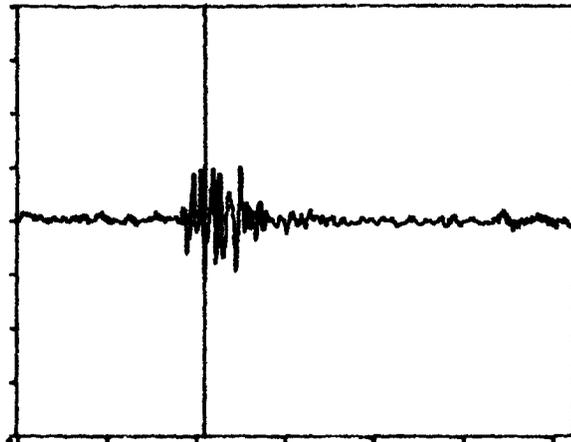


VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



ACELERACION

1 V 50 HZ



- 24.78 mEU 1.047 S

DESPLAZAMIENTO

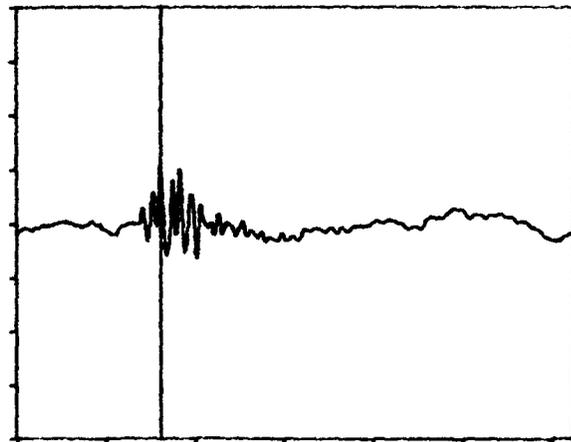
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

VELOCIDAD TOTAL

1 V 50 HZ



+ 230.5 mEU 0.805 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

1 V 50 HZ



+ 251.8 mEU 0.711 S

Fecha..... 25-III-87 .....

Localidad .. ALAIZ-LAS CAMPANAS .....

Emplazamiento .. E-2-HT .....

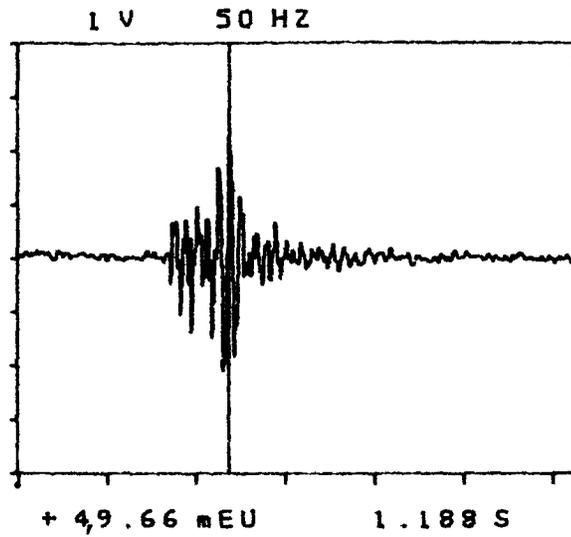
Voladura VOLADURA .. PRUEBA .. 3 .....

Canal..... 6 .....

Captador Pcb -393C-625 .....

Observaciones ... f. = .14,08 .....

ACELERACION



DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha.....25-III-87.....

Localidad..ALAIZ-LAS..CAMPANAS..

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

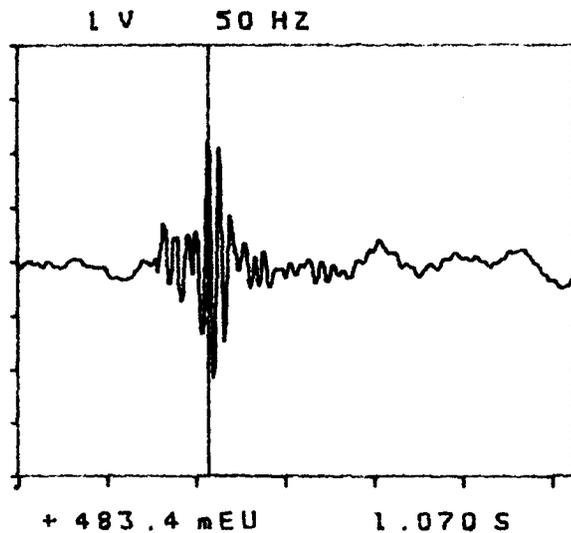
Voladura VOLADURA..PRUEBA..3.....

Canal.....7.....

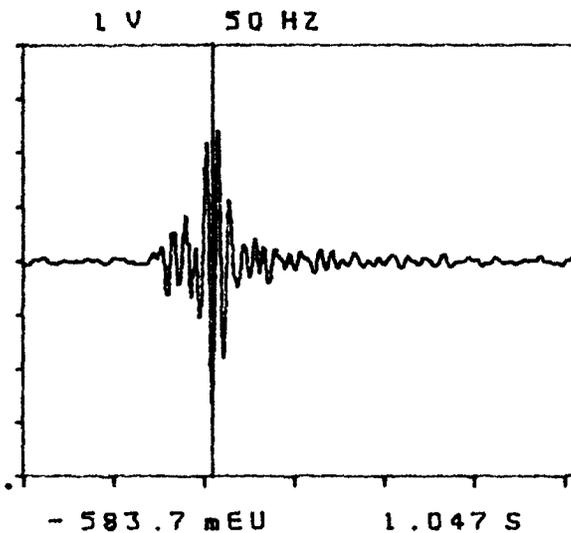
Captador..Pcb-393C-832.....

Observaciones..f = 15,8.....

VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

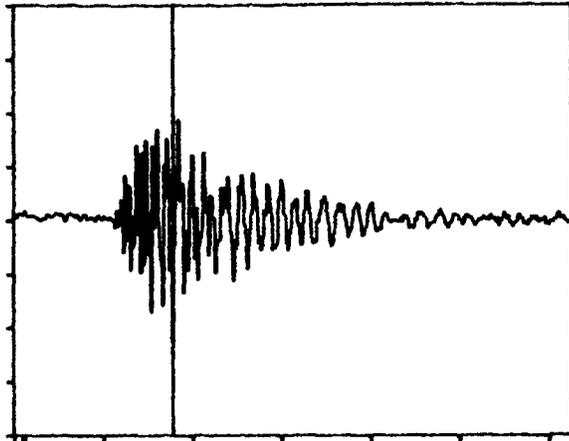


+

+

ACELERACION

1 V 50 HZ



- 57.11 mEU 0.891 S

DESPLAZAMIENTO

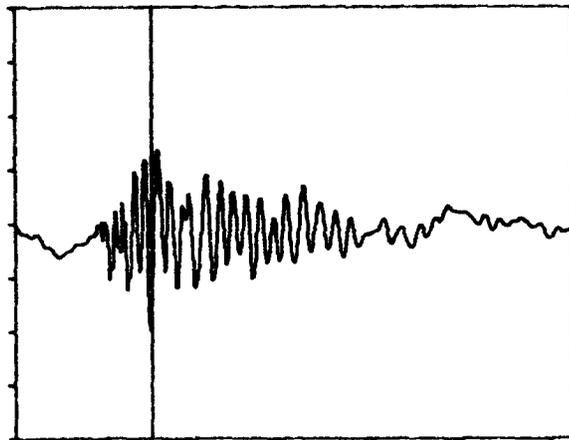
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

VELOCIDAD TOTAL

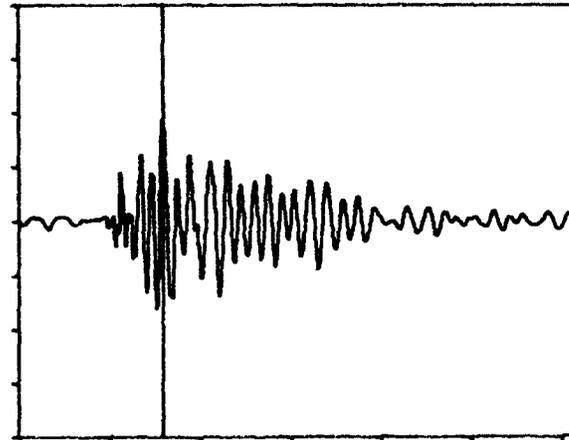
1 V 50 HZ



- 458.3 mEU 0.766 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

1 V 50 HZ



+ 424.6 mEU 0.797 S

Fecha.....25-III-87.....

Localidad .ALAIZ.-LAS .CAMPANAS...

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

Voladura .VOLADURA .PRUEBA .3.....

Canal...8.....

Captador...Pcb-393C-833.....

Observaciones...f. = .15,8.....

+

+

ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha...25-III-87.....

Localidad..C. LA NUEVA.....

Emplazamiento..ESTACION..BRUEL.....

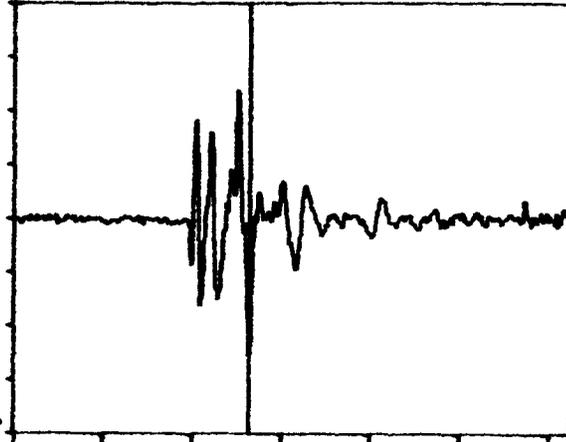
Voladura..VOLADURA..PRUEBA..3.....

Canal..2.....

Captador..VERT.....

Observaciones.....

0.5 V 200 HZ

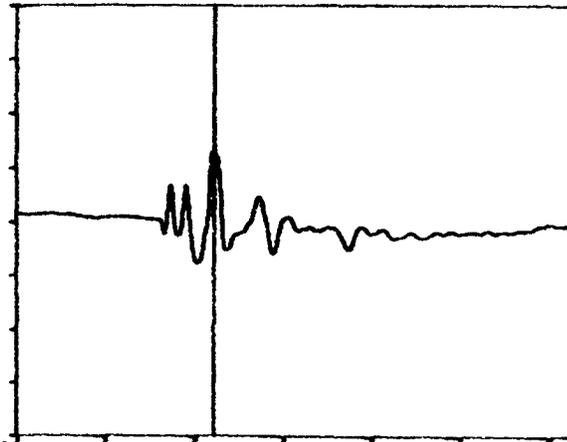


- 32.39 m EU 330.1 mS

VELOCIDAD TOTAL

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

0.5 V 200 HZ



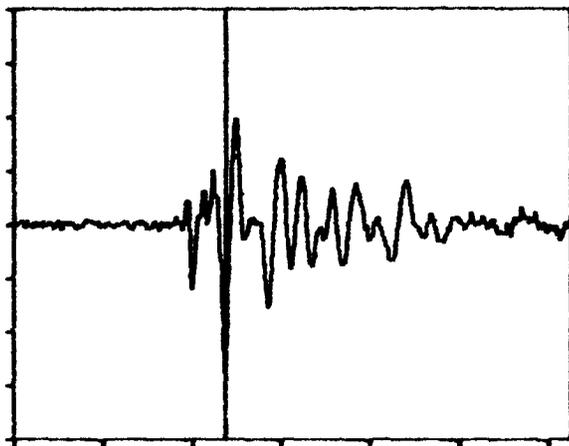
- 1.631 EU 277.3 mS

+

+

ACELERACION

0.5 V 200 HZ

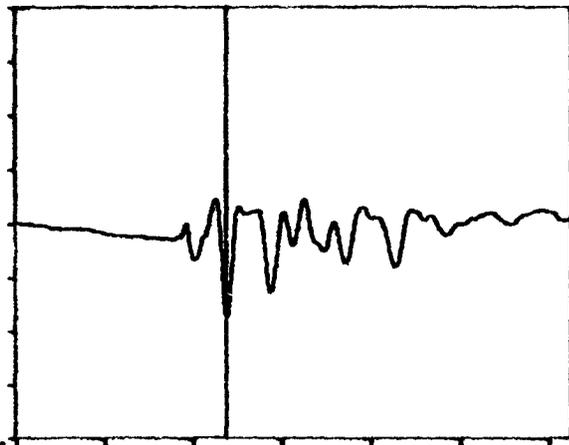


- 35.02 mEU 296.9 mS

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

0.5 V 200 HZ



- 2.154 EU 296.9 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha 25-III-87

Localidad C. LA NUEVA

Emplazamiento ESTACION BRUEL

Voladura VOLADURA PRUEBA 3

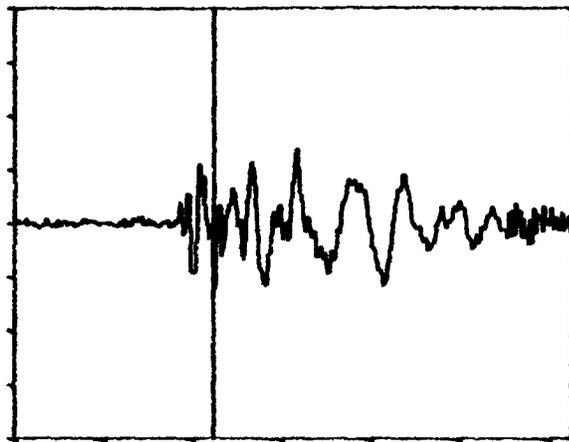
Canal 3

Captador LONG

Observaciones

ACELERACION

0.5 V 200 HZ

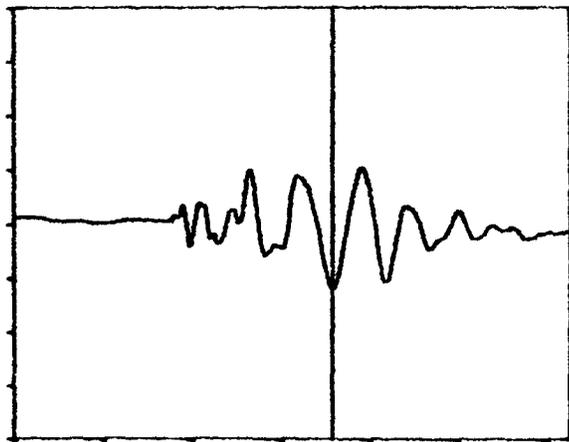


- 17.93 mEU 279.3 mS

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

0.5 V 200 HZ



- 1,500 EU 447.3 mS

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha... 25-III-87.....

Localidad... C... LA NUEVA.....

Emplazamiento... ESTACION... BRIONES

Voladura VOLADURA... PRUEBA... 3.....

Canal... 4.....

Captador... TRANSV.....

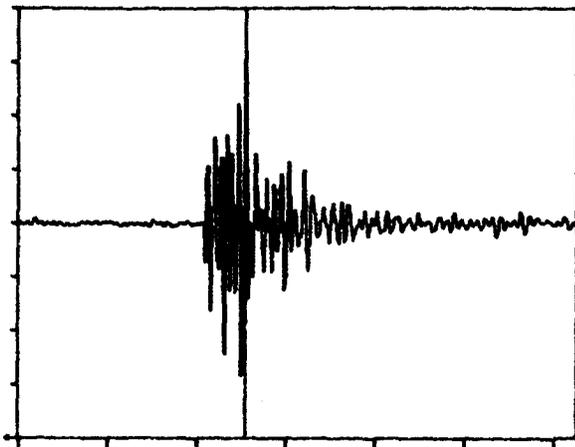
Observaciones.....

+

+

ACELERACION

2 V 50 HZ

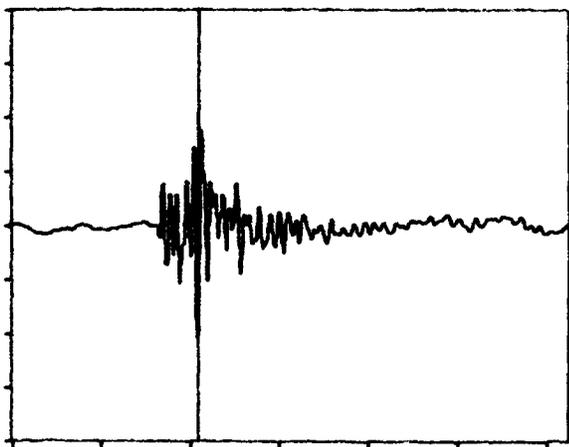


+ 139.3 mEU 1.273 S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

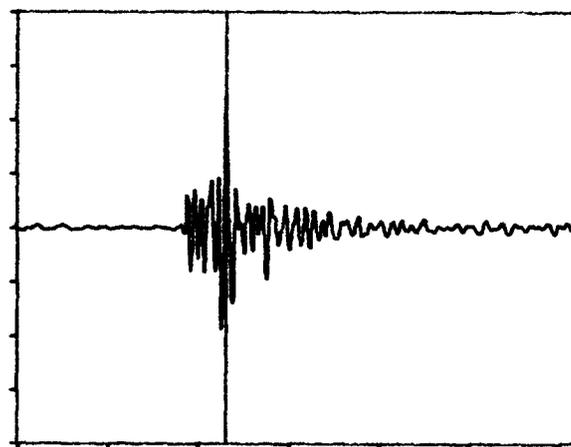
2 V 50 HZ



- 0.952 EU 1.047 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

2 V 50 HZ



+ 1.108 EU 1.156 S

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha ..... 25-III-87 .....

Localidad ALAIZ-LAS-CAMPANAS...

Emplazamiento... E-1-V .....

Voladura VOLADURA PRUEBA 4 .....

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

Captador ... Pcb-393C-623 .....

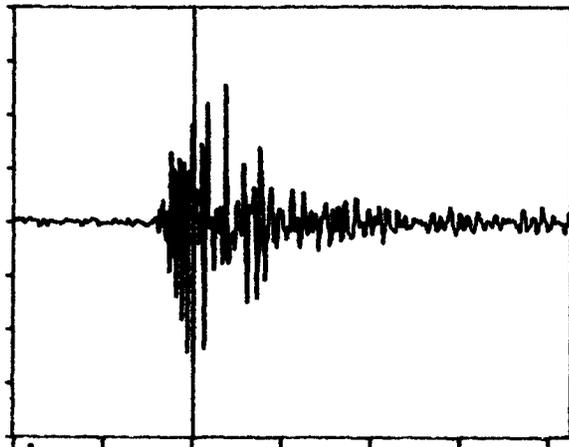
Observaciones .. f. = 25,6 .....

+

+

ACELERACION

2 V 50 HZ



- 121.1 mEU 1.008 S

DESPLAZAMIENTO

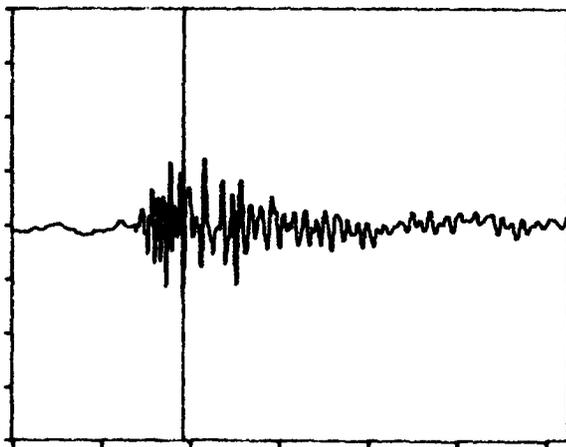
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

VELOCIDAD TOTAL

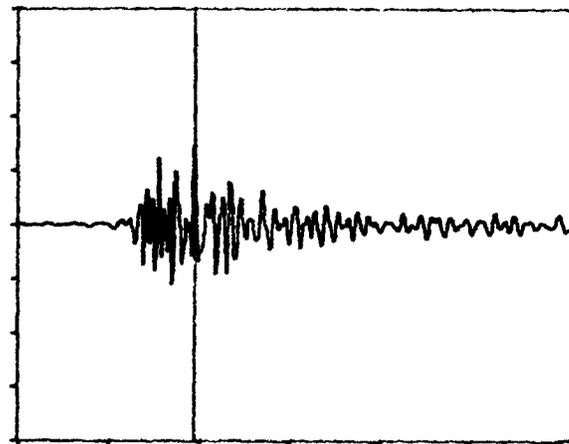
2 V 50 HZ



- 0.642 EU 0.961 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

2 V 50 HZ



+ 0.687 EU 0.977 S

Fecha... 25-III-87.....

Localidad... ALAIZ-LAS CAMPANAS .....

Emplazamiento... E1 HL .....

Voladura... VOLADURA... PRUEBA... 4 .....

Canal... 2 .....

Captador... Pcb-393C-627 .....

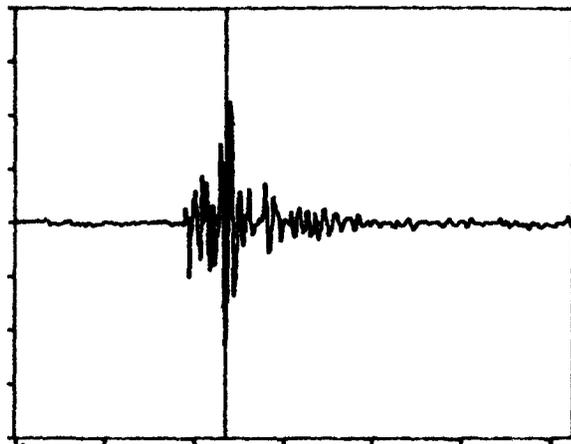
Observaciones... f=4,3,4 .....

+

+

ACELERACION

2 V 50 HZ

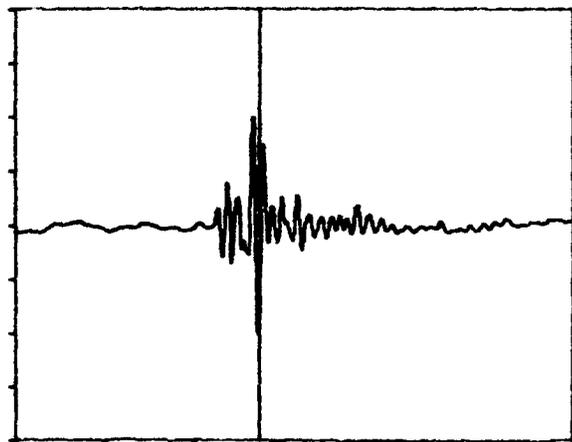


- 109.1 mEU 1.180 S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

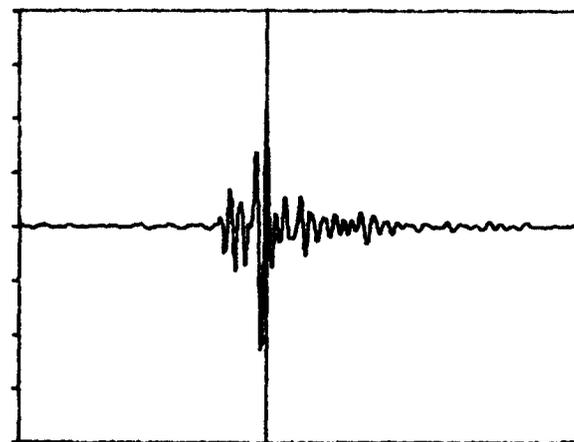
2 V 50 HZ



- 0.982 EU 1.367 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

2 V 50 HZ



+ 1.024 EU 1.367 S

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha...25-III-87.....

Localidad...ALAIZ-LAS CAMPANAS.....

Emplazamiento...E1HT.....

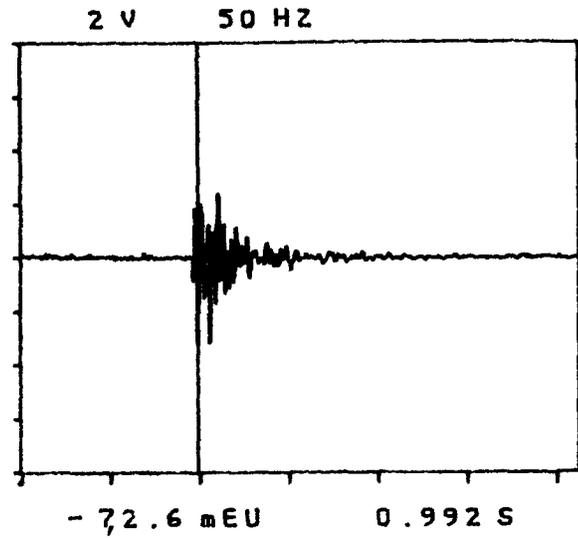
Voladura...VOLADURA PRUEBA 4.....

Canal...3.....

Captador...Pcb-393C-626.....

Observaciones...f = 15,38.....

ACELERACION



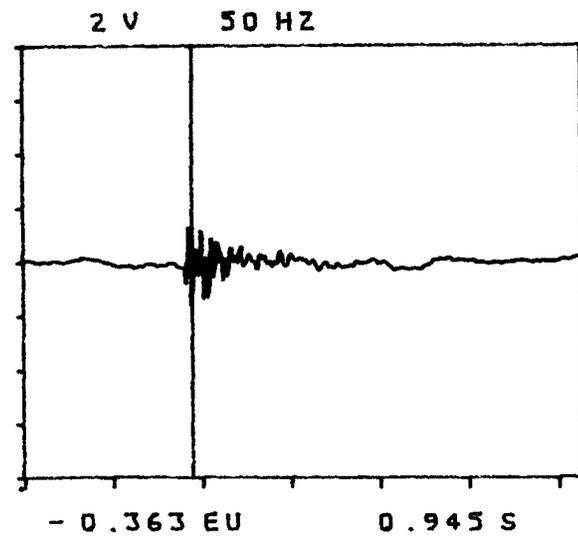
DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

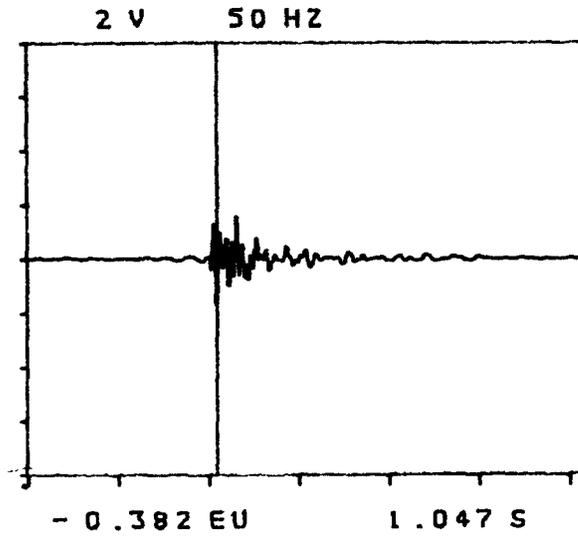


DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)



Fecha.....25-III-87.....

Localidad...ALAIZ-LAS CAMPANAS..

Emplazamiento...E1 HT.....

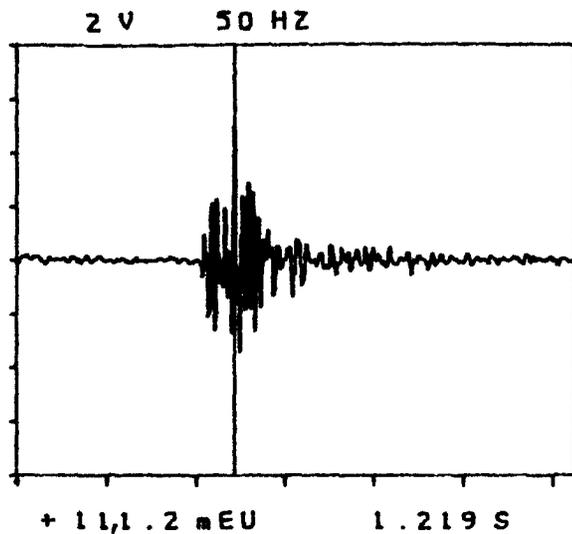
Voladura.VOLADURA.PRUEBA.4.....

Canal.....4.....

Captador Pcb-393C-622.....

Observaciones..f=.25.p.6.....

ACELERACION



DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha .....25-III-87.....

Localidad ...ALAIZ-LAS CAMPANAS..

Emplazamiento... E2HL .....

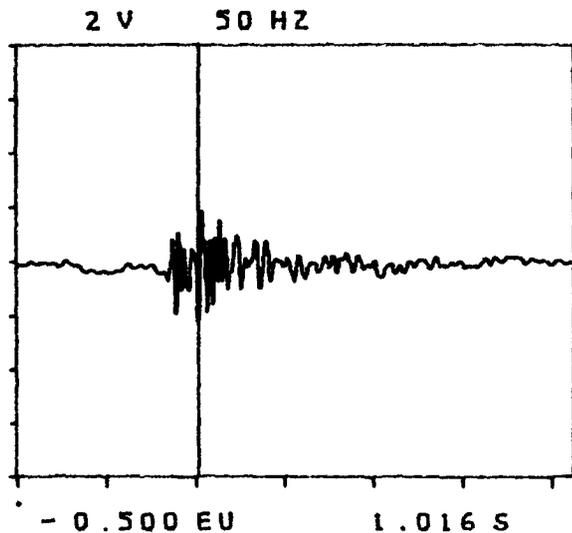
Voladura... VOLADURA PRUEBA 4 .....

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

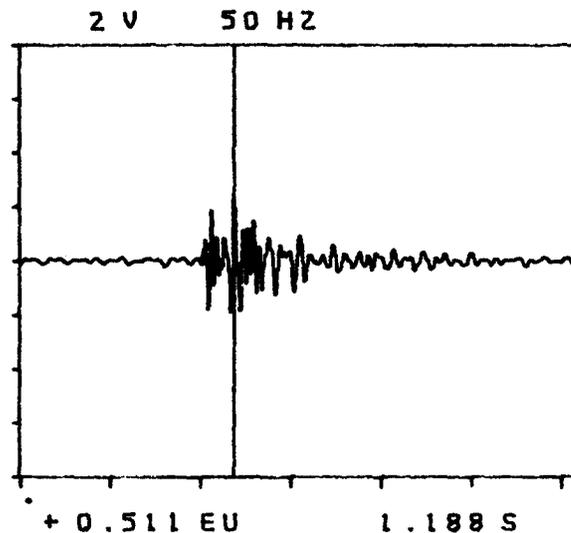
Captador ...Pcb-393C-624 .....

Observaciones ... f = 41,6 .....

VELOCIDAD TOTAL



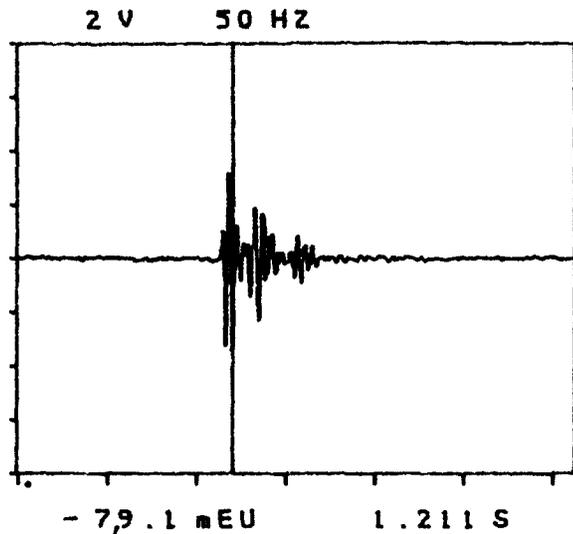
VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



+

+

ACELERACION



DESPLAZAMIENTO

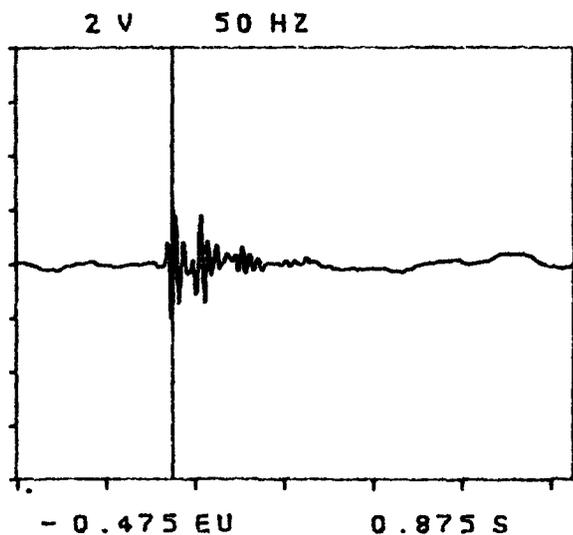
.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

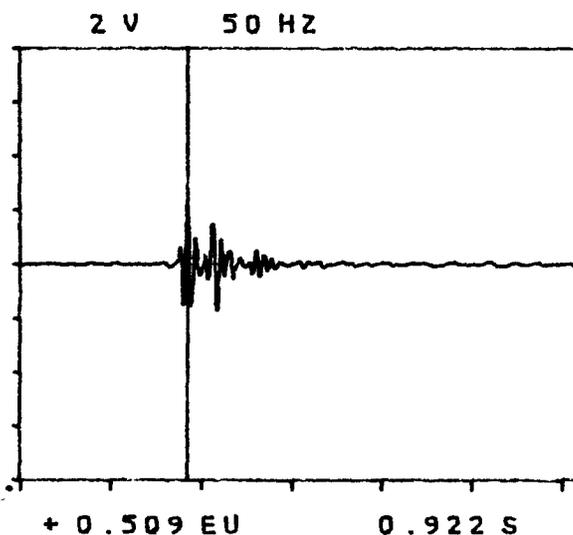


DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



Fecha 25-III-87

Localidad ALAIZ-LAS CAMPANAS

Emplazamiento E2HT

Voladura VOLADURA PRUEBA 4

Canal 6

Captador Pcb-393C-625

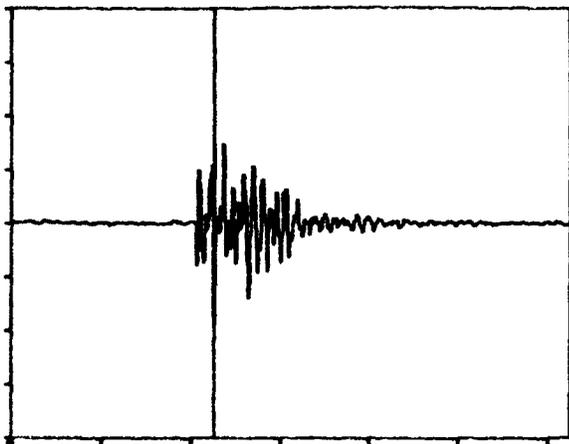
Observaciones f=21,7

+

+

ACELERACION

2 V 50 HZ

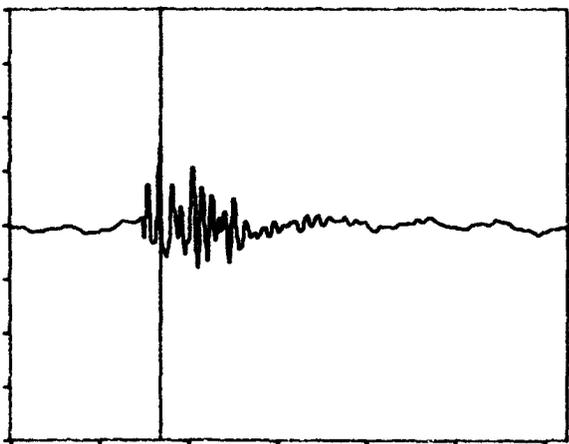


- 8,3.9 mEU 1.133 S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

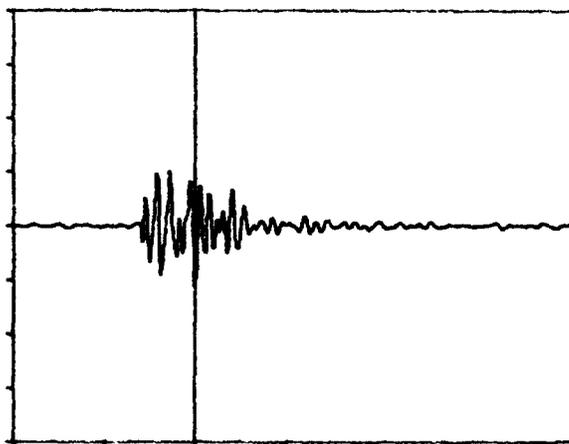
2 V 50 HZ



+ 0.617 EU 0.844 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

2 V 50 HZ



- 0.497 EU 1.000 S

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha.....25-III-87.....

Localidad.....ALAIZ-LAS CAMPANAS.....

Emplazamiento.....E3V.....

Voladura.....VOLADURA PRUEBA 4.....

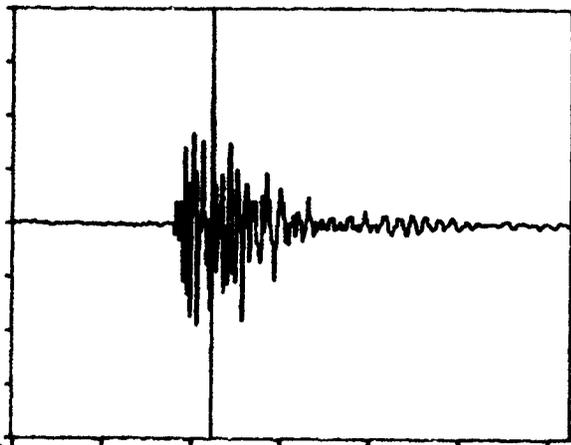
Canal.....7.....

Captador.....Pcb-393C-832.....

Observaciones.....f= 43,4.....

ACELERACION

2 V 50 HZ

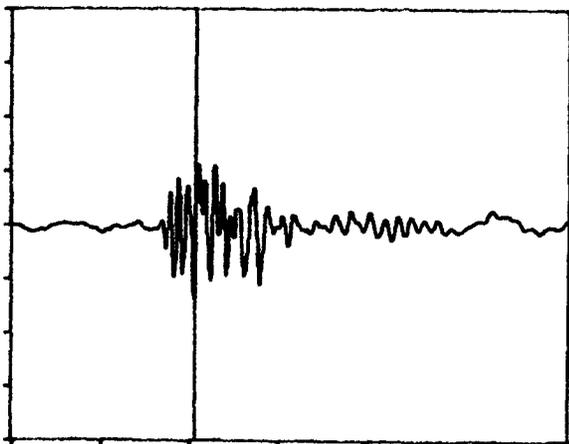


+ 115.6 mEU 1.117 S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

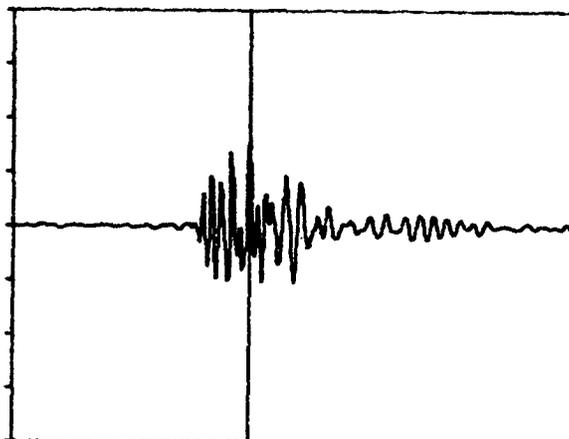
2 V 50 HZ



- 0.640 EU 1.031 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

2 V 50 HZ



+ 0.698 EU 1.305 S

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha 25-III-87

Localidad ALAIZ-LAS CAMPANAS

Emplazamiento E-3-HL

Voladura VOLADURA PRUEBA 4

Canal 8

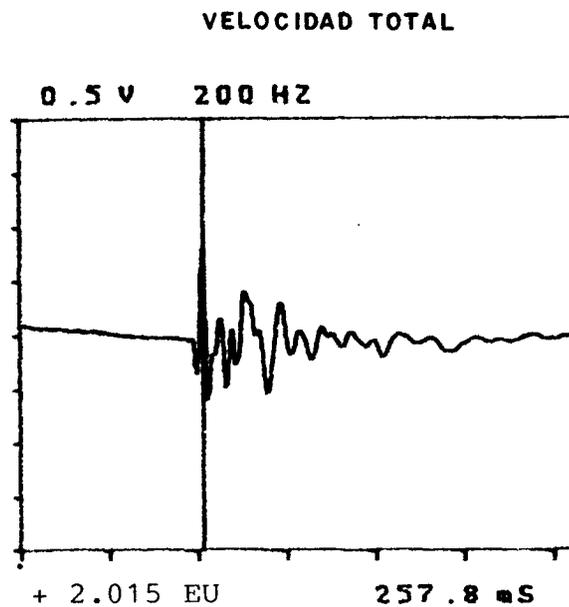
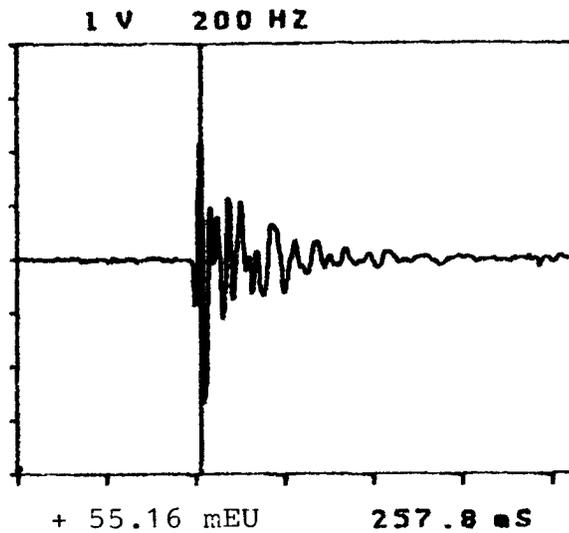
Captador Pcb-393C-833

Observaciones f. = 31,25

ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha ..... 25-III-87 .....

Localidad ... C. LA NUEVA .....

Emplazamiento .. ESTACION. BRUEL....

Voladura .VOLADURA. PRUEBA. 4 .....

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

Captador ..VERT.....

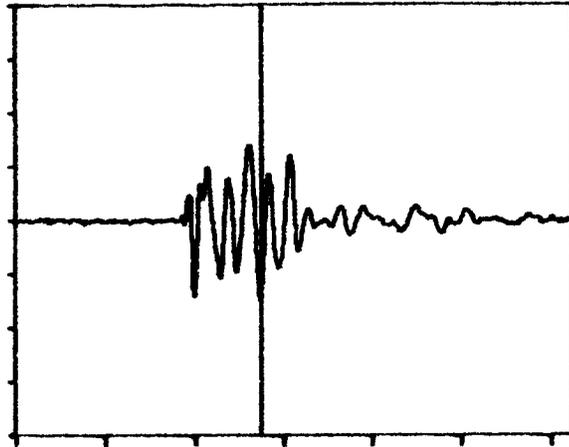
Observaciones .....

ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

1 V 200 HZ



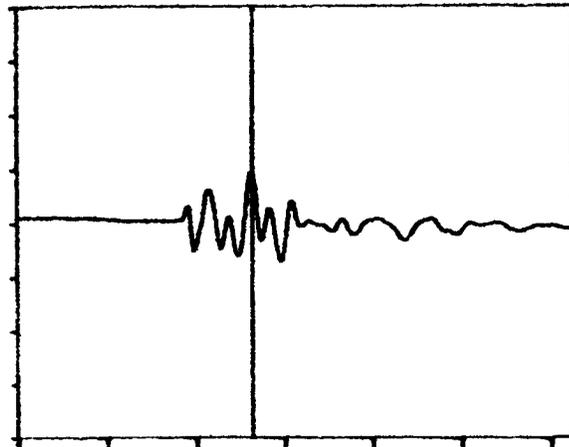
+ 38.11 mEU

343.8 mS

VELOCIDAD TOTAL

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

1 V 200 HZ



+ 2.388 EU

330.1 mS



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha...25-III-87.....

Localidad...C...LA NUEVA.....

Emplazamiento...ESTACION BRUEL.....

Voladura...VOLADURA PRUEBA 4.....

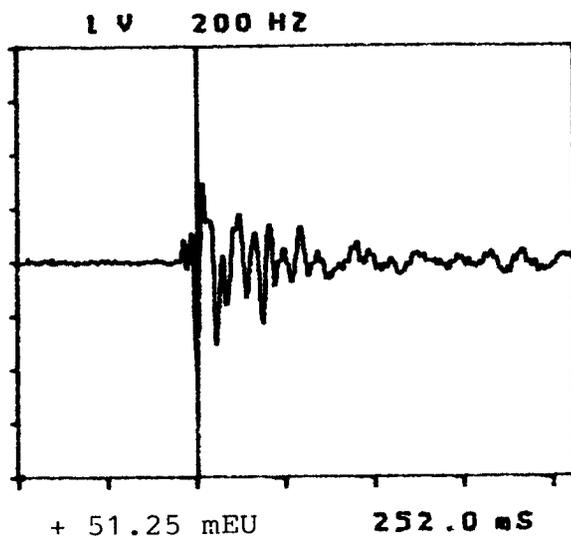
Canal...3.....

Captador...LONG.....

Observaciones.....

+

ACELERACION



DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha... 25-III-87.....

Localidad ..C...LA NUEVA.....

Emplazamiento ..ESTACION BRUEL.....

Voladura 4.....

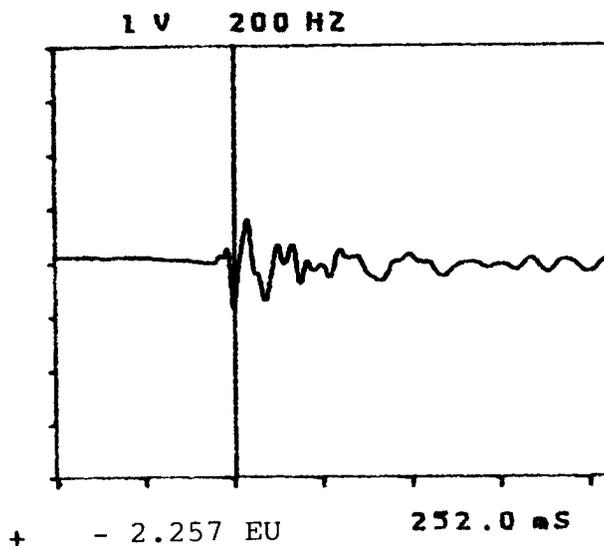
Canal... TRANSV.....

Captador .....

Observaciones .....

VELOCIDAD TOTAL

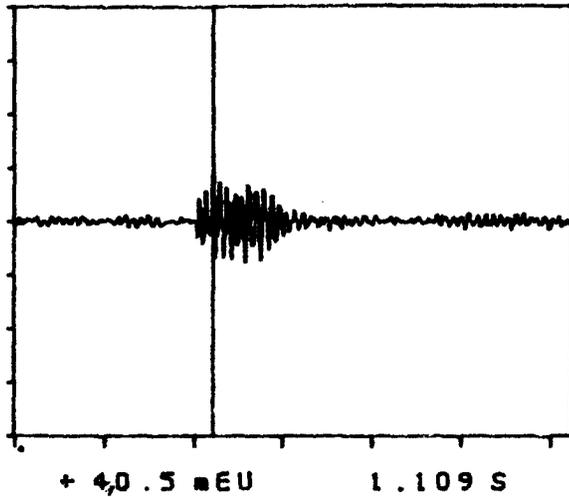
VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



+

ACELERACION

2 V 50 HZ



DESPLAZAMIENTO

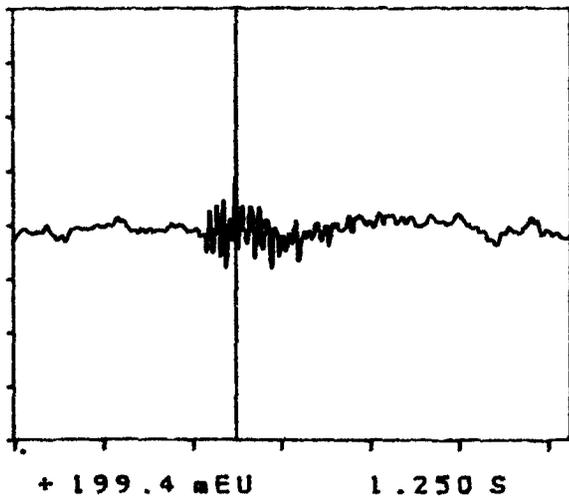
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

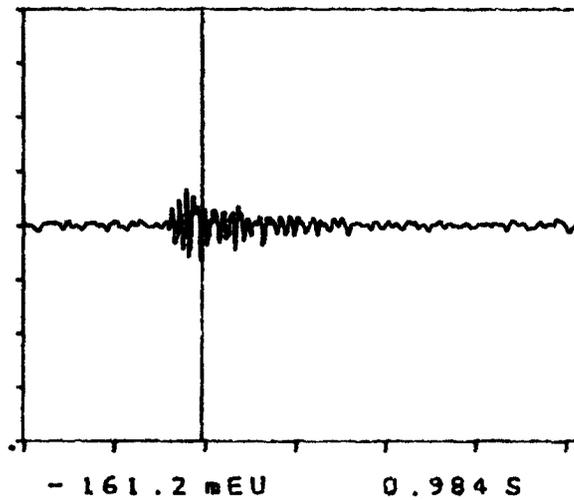
VELOCIDAD TOTAL

1 V 50 HZ



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

1 V 50 HZ



Fecha...25-III-87.....

Localidad ALAIZ-LAS-CAMAPANAS.

Emplazamiento...E-1-V.....

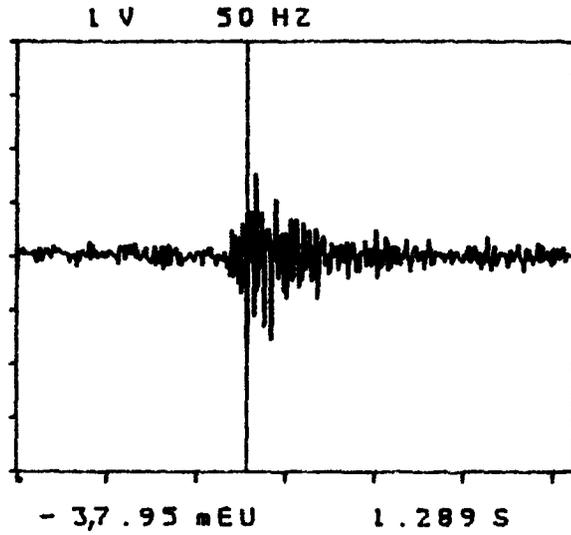
Voladura VOLADURA PRUEBA 5.....

Canal..1.....

Captador Pcb-393C-623.....

Observaciones...f...43,4.....

ACELERACION



DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha...25-III-87.....

Localidad..ALAIZ-LAS.CAMPANAS..

Emplazamiento...E-1.-HL.....

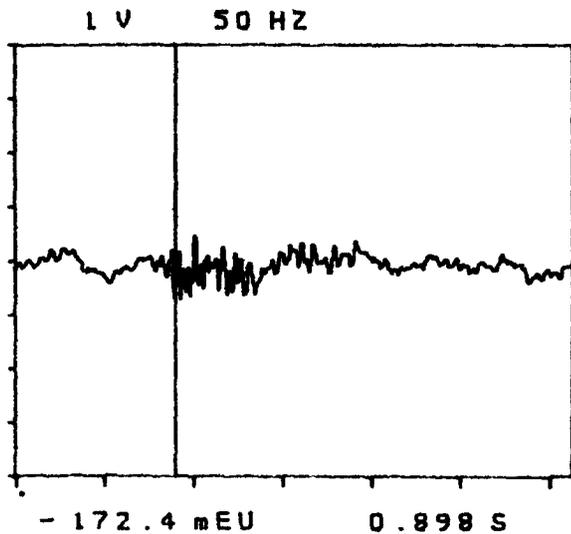
Voladura..VOLADURA..PRUEBA..5....

Canal...2.....

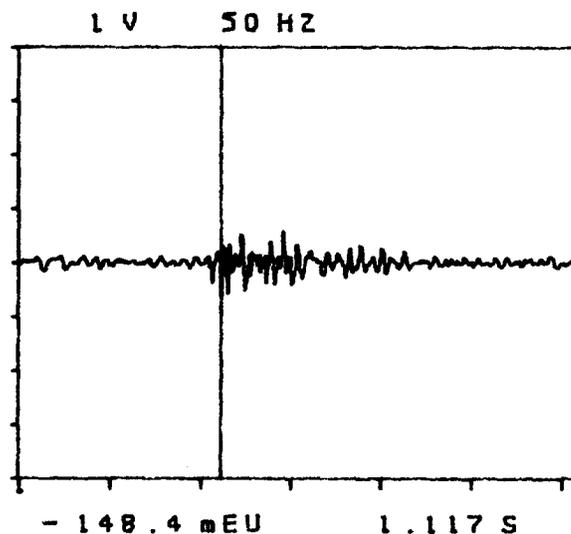
Captador . Pcb=393C=627.....

Observaciones ...f. =.62,5.....

VELOCIDAD TOTAL



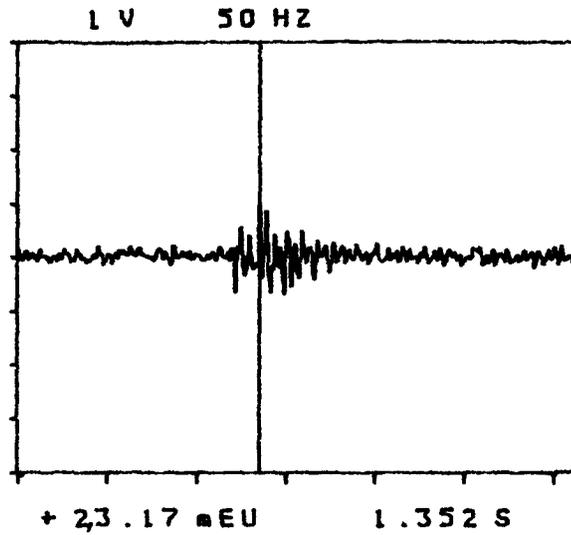
VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



+

+

ACELERACION



DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha.....25-III-87.....

Localidad ALAIZ-LAS..CAMPANAS....

Emplazamiento..E-1.-HT.....

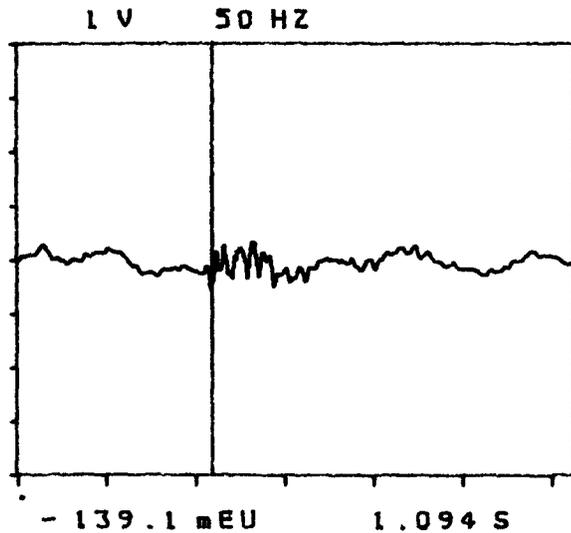
Voladura..VOLADURA..PRUEBA..5....

Canal.....3.....

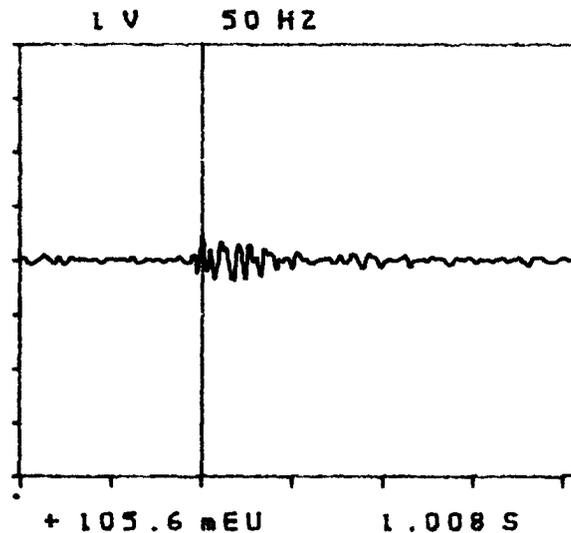
Captador ...Pcb-393C-626.....

Observaciones ...f. = 21,2.....

VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



+

+

ACELERACION

1 V 50 HZ



- 2,5 . 31 mEU 1.055 S

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha 25-III-87

Localidad ALAIZ-LAS CAMPANAS

Emplazamiento E-2-V

Voladura VOLADURA PRUEBA 5

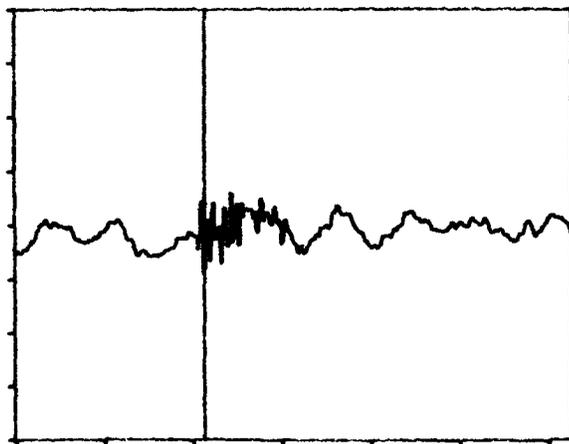
Canal 4

Captador Pcb-393C-622

Observaciones f. = .43, 4

VELOCIDAD TOTAL

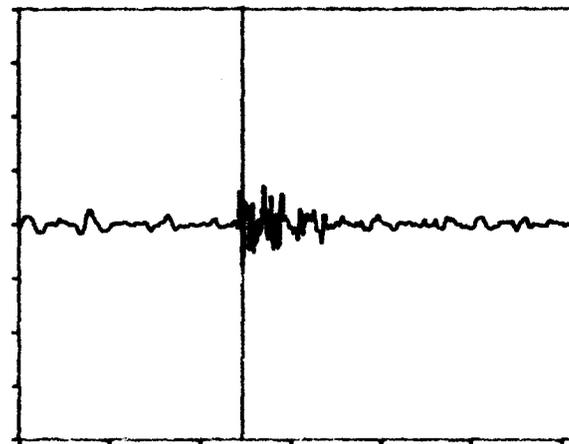
0.5 V 50 HZ



- 110.3 mEU 1.063 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

0.5 V 50 HZ



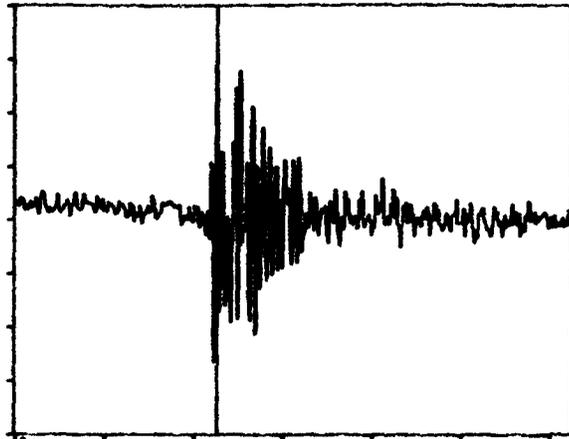
- 96.3 mEU 1.234 S

+

+

ACELERACION

0.5 V 50 HZ

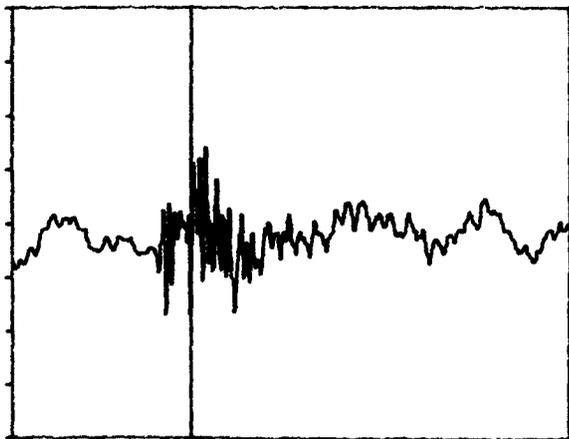


+ 32.51 mEU 1.133 S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

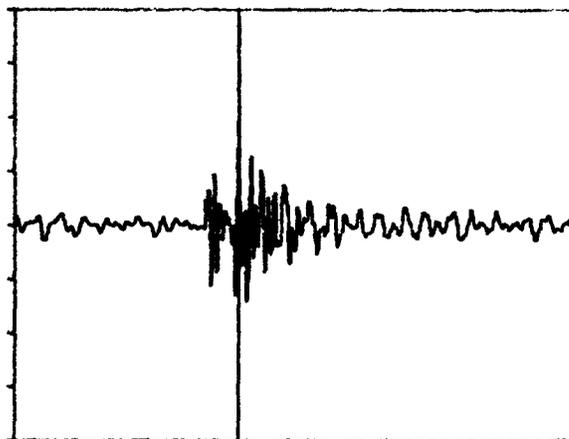
0.5 V 50 HZ



- 185.5 mEU 1.000 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

0.5 V 50 HZ



+ 156.2 mEU 1.234 S

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha... 25-III-87.....

Localidad... ALAIZ-LAS CAMPANAS...

Emplazamiento... E-2-HL.....

Voladura... VOLADURA PRUEBA..5....

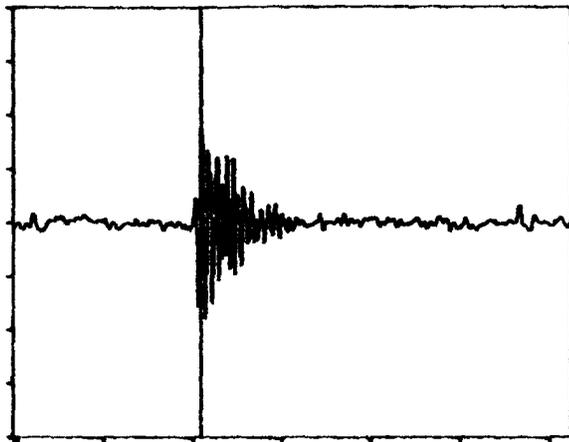
Canal... 5.....

Captador... PCB-393C-624.....

Observaciones... f = 32,25.....

ACELERACION

0.5 V 50 Hz

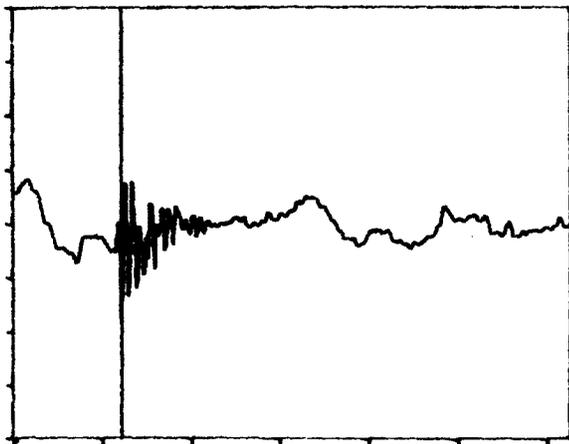


+ 20.30 mEU 1.047 S

DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL

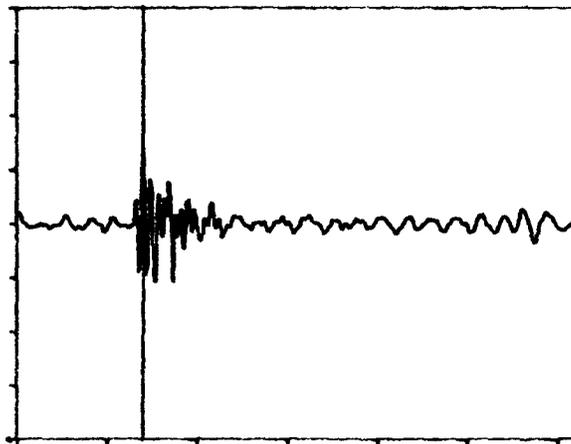
0.5 V 50 HZ



+ - 214.7 mEU 0.609 S

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

0.5 V 50 HZ



+ 148.6 mEU 0.703 S

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha..25-III-87.....

Localidad..CANTERAS ALAIZ.....

Emplazamiento...E-2-HT.....

Voladura.VOLADURA PRUEBA 5.....

Canal...6.....

Captador...Pcb-393C-625.....

Observaciones...f = 25,6.....

*Stress wave velocity test 200*

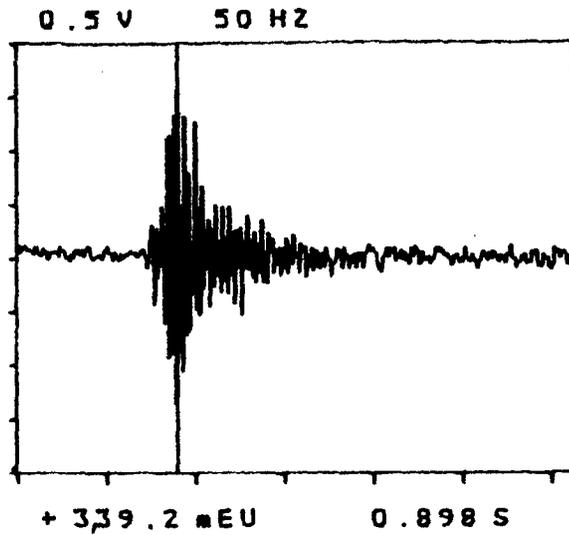
ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

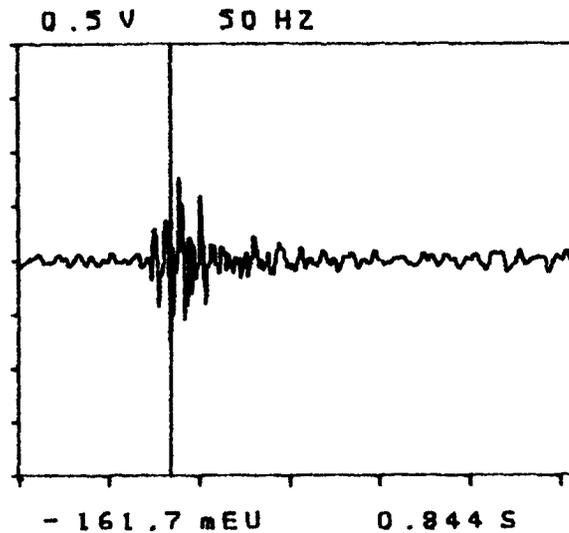
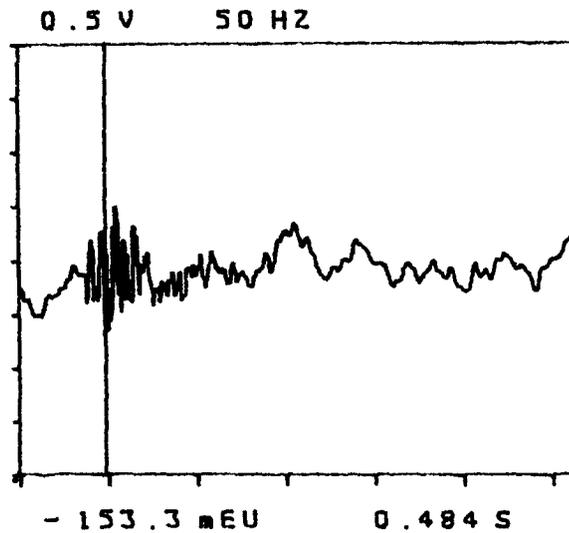


DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas



VELOCIDAD TOTAL

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )



Fecha 25-III-87

Localidad CANTERAS ALAIZ

Emplazamiento E-3-V

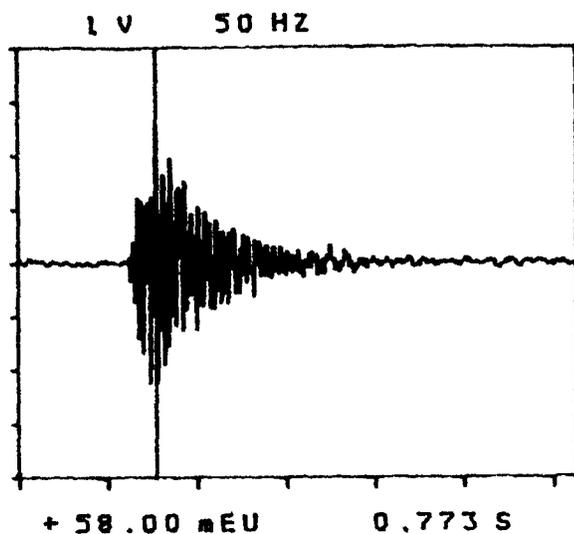
Voladura VOLADURA PRUEBA 5

Canal 7

Captador Pcb-393C-832

Observaciones f. = 43,4

ACELERACION



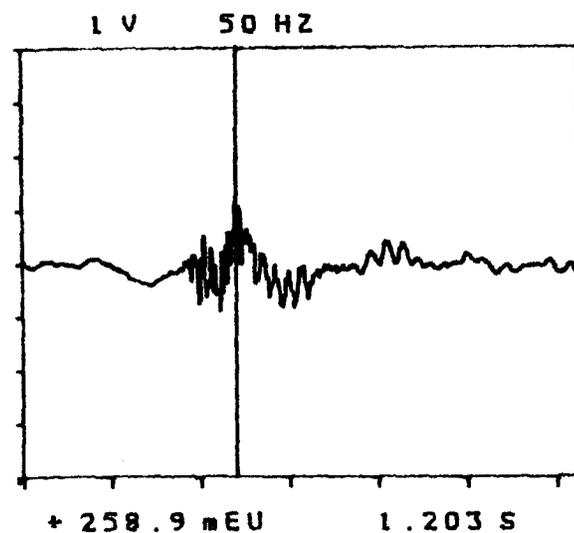
DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

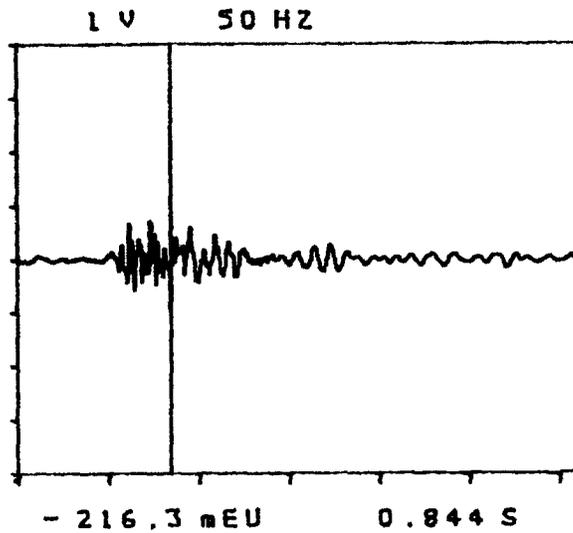


DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)



Fecha...25-III-87.....

Localidad...CANTERAS ALAIZ.....

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

Voladura..VOLADURA..PRUEBA..5.....

Canal...8.....

Captador...Pcb-393C-833.....

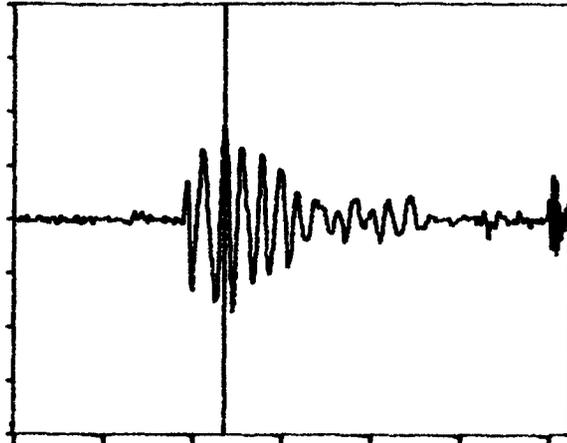
Observaciones...f = 43,4.....

ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

0.5 V 200 HZ

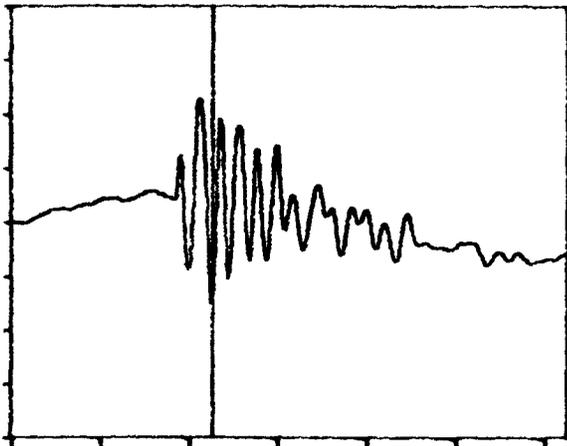


+ 22,28 mEU 294.9 mS

VELOCIDAD TOTAL

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

0.2 V 200 HZ



+ - 0,771 mEU 283.2 mS



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha.....25-III-87.....

Localidad .C...LA .NUEVA.....

Emplazamiento .ESTACION .BRUEL.....

Voladura .VOLADURA .PRUEBA .5.....

Canal...3.....

Captador .LONG.....

Observaciones .....

+

ACELERACION

DESPLAZAMIENTO

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha...25-III-87.....

Localidad..C...LA NUEVA.....

Emplazamiento..ESTACION..BRUEL.....

Voladura...VOLADURA PRUEBA 5.....

Canal...4.....

Captador...TRANSV.....

Observaciones .....

0.5 V 200 HZ

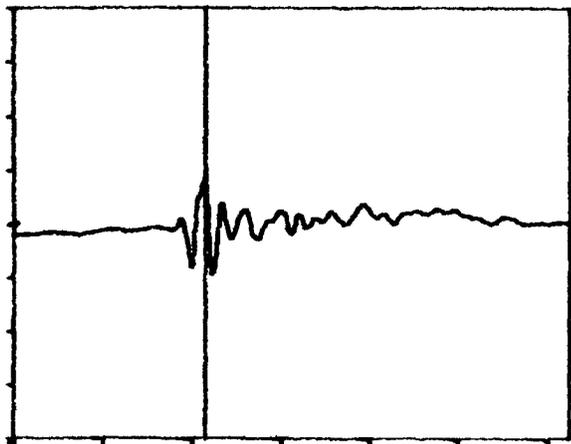


- 34.32 mEU 275.4 mS

VELOCIDAD TOTAL

VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz )

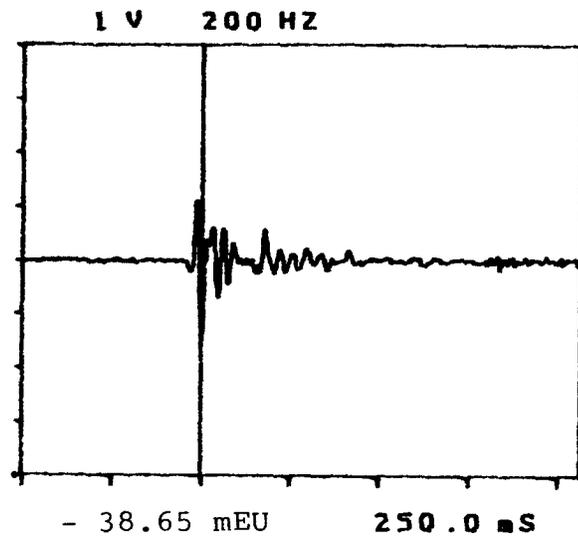
0.5 V 200 HZ



+ + 1,047 EU 269.5 mS

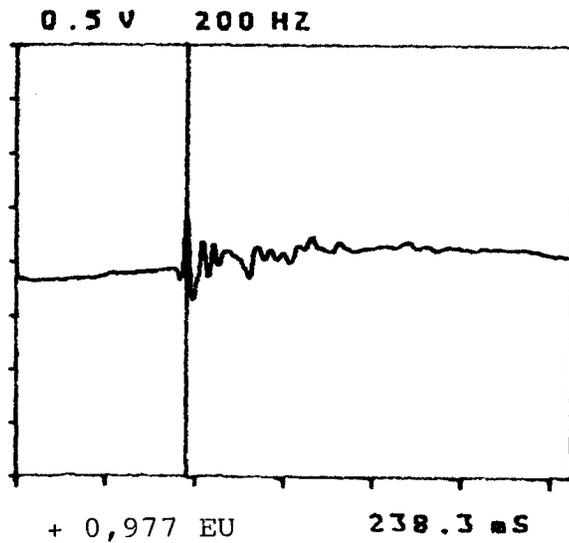
+

ACELERACION



DESPLAZAMIENTO

VELOCIDAD TOTAL



VELOCIDAD ALTA (> 5 Hz)

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



DIRECCION DE  
 AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA  
 Laboratorio de Mecánica de Rocas

Fecha... 25-III-87

Localidad... C. LA NUEVA

Emplazamiento... ESTACION.. BRUEL.....

Voladura... VOLADURA . PRUEBA . 5.....

Canal... 2

Captador... VERT.

Observaciones .....

**ANEJO N° 1.1.**

**CANTERA LA NUEVA**

CANTERA LA NUEVA - VOLADURA PRODUCCION 1

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/√Q)	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	EOAV	1681	95,35	0,0009	0,294
2	EOAHL	1681	95,35	0,003	0,420
3	EOAHT	1681	95,35	0,003	0,578
4	E1AV	1657	93,99	0,001	0,287
5	E1AHL	1657	93,99	0,001	0,151
6	E1AHT	1657	93,99	0,001	0,349
7	E2AV	1728	98,01	0,002	0,358
8	E2AHL	1728	98,01	0,002	0,211
1b	V	258	14,63	0,038	3,187
2b	HL	258	14,63	0,065	6,090
3b	HT	258	14,63	0,334	3,112

CANTERA LA NUEVA ZAPATERAS

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/ $\sqrt{Q}$ )	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E1BV	910	92,2	0,0076	0,399
2	E2BV	892	90,3	0,005	0,388
3	E2BHL	892	90,3	0,0039	0,409
4	E2BHT	892	90,3	0,003	0,468
5	E3BV	897	90,8	0,006	0,327
6	E3BHL	897	90,8	0,010	0,570
7	E4BV	915	92,7	0,013	0,579
8	E5BV	949	96,1	0,014	0,675
1b	V	264	26,7	Satura	
2b	HL	264	26,7	Satura	
3b	HT	264	26,7	Satura	

CANTERA LA NUEVA - VOLADURA PRODUCCION 2

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/√Q)	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E1BV	910	66,7	0,009	0,692
2	E2BV	892	65,4	0,016	1,122
3	E2BHL	892	65,4		
4	E2BHT	892	65,4		
5	E3BV	897	65,8	0,013	0,785
6	E3BHL	897	65,8	0,022	1,492
7	E4BV	915	67,1	0,020	0,985
8	E5BV	949	69,6	0,021	0,791
1b	V	264	19,4		
2b	HL	264	19,4		
3b	HT	264	19,4		

CANTERA LA NUEVA - VOLADURA DE PRUEBA 1

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/ $\sqrt{Q}$ )	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E1AV	350	107,36	0,024	2,70
2	E1AHL	350	107,36	0,020	1,12
3	E1AHT	350	107,36	0,024	1,90
4	E2AV	316	96,93	0,011	0,55
5	E2AHL	316	96,93	0,021	1,78
6	E2AHT	316	96,93	0,017	1,43
7	E3AV	380	116,56	0,009	0,812
8	E3AHL	380	116,56	0,017	0,95
1b	V	152	46,62	0,189	7,88
2b	HL	152	46,62	0,120	6,28
3b	HT	152	46,62	0,087	4,32

CANTERA LA NUEVA- VOLADURA DE PRUEBA 2

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/ $\sqrt{Q}$ )	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E1AV	396	109,39	0,013	0,791
2	E1AHL	396	109,39	0,008	0,502
3	E1AHT	396	109,39	0,011	0,814
4	E2AV	352	107,97	0,004	0,254
5	E2AHL	352	107,97	0,008	0,469
6	E2AHT	352	107,97	0,004	0,329
7	E3AV	404	123,93	0,008	0,525
8	E3AHL	404	123,93	0,013	0,556
1b	V	188	57,67	0,018	1,014
2b	HL	188	57,67	0,019	1,165
3b	HT	188	57,67	0,021	2,314

CANTERA LA NUEVA-VOLADURA DE PRUEBA 3

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/ $\sqrt{Q}$ )	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E1AV	406	124,54	0,006	0,518
2	E1AHL	406	124,54	0,004	0,288
3	E1AHT	406	124,54	0,006	0,616
4	E2AV	368	112,88	0,002	0,166
5	E2AHL	368	112,88	0,003	0,299
6	E2AHT	368	112,88	0,002	0,230
7	E3AV	432	132,51	0,005	0,483
8	E3AHL	432	132,51	0,006	0,458
1b	V	190	58,28	0,032	1,631
2b	HL	190	58,28	0,035	2,154
3b	HT	190	58,28	0,018	1,500

CANTERA LA NUEVA - VOLADURA DE PRUEBA 4

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/ $\sqrt{Q}$ )	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E1AV	386	118,40	0,014	0,952
2	E1AHL	386	118,40	0,012	0,642
3	E1AHT	386	118,40	0,011	0,982
4	E2AV	348	106,75	0,007	0,363
5	E2AHL	348	106,75	0,011	0,500
6	E2AHT	348	106,75	0,008	0,475
7	E3AV	412	126,38	0,008	0,617
8	E3AHL	412	126,38	0,011	0,640
1b	V	178	54,60	0,055	2,015
2b	HL	178	54,60	0,038	2,388
3b	HT	178	54,60	0,051	2,257

CANTERA LA NUEVA PRUEBA 5.

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/ $\sqrt{Q}$ )	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E1AV	280	96,05	0,004	0,199
2	E1AHL	280	96,05	0,004	0,172
3	E1AHT	280	96,05	0,002	0,139
4	E2AV	236	80,96	0,002	0,110
5	E2AHL	236	80,96	0,003	0,185
6	E2AHT	236	80,96	0,002	0,215
7	E3AV	290	99,48	0,003	0,153
8	E3AHL	290	99,48	0,006	0,259
1b	V	76	26,07	0,038	0,977
2b	HL	76	26,07	0,022	0,771
3b	HT	76	26,07	0,034	1,047

**ANEJO N° 1.2.**

**CANTERA MURUARTE DE RETA**

CANTERA MURUARTE DE RETA VOL. PRODUCCION - 1

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/ $\sqrt{Q}$ )	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E0AV	1204	68,25	0,007	0,563
2	E0AHL	1204	68,25	0,006	0,764
3	E0AHT	1204	68,25	0,006	0,696
4	E1AV	1164	65,98	0,004	0,321
5	E1AHL	1164	65,98	0,006	0,339
6	E1AHT	1164	65,98	0,003	0,310
7	E2AV	1198	67,91	0,010	0,470
8	E2AHL	1198	67,91	0,008	0,447
1b	V	229	12,98	0,024	3,879
2b	HL	229	12,98	0,029	3,229
3b	HT	229	12,98	0,025	3,655

CANTERA MURUARTE DE RETA V. PRODUCCION - 2

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/ $\sqrt{Q}$ )	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E1V	1093	61,63	0,0026	0,375
2	E2V	1138	64,17	0,0024	0,378
3	E2L	1138	64,17	0,0042	0,979
4	E2T	1138	64,17	0,0087	2,27
5	E3V	1243	70,09	0,0022	0,219
6	E3L	1243	70,09	0,0033	0,432
7	E4V	1260	71,05	0,0033	0,279
8	E5V	1155	65,13	0,0025	0,373
1b	V	236	13,31	Satura	
2b	HL	236	13,31	Satura	
3b	HT	236	13,31	Satura	

CANTERA MURUARTE DE RETA V. DE PRUEBA 1

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/ $\sqrt{Q}$ )	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E0AV	1164	400		
2	E0AHL	1164	400		
3	E0AHT	1164	400		
4	E1AV	1120	384,88		
5	E1AHL	1120	384,88		
6	E1AHT	1120	384,88		
7	E2AV	1160	397,88		
8	E2AHL	1160	397,88		
1b	V	170	58,4	0,025	1,614
2b	HL	170	58,4	0,026	2,118
3b	HT	170	58,4	0,027	1,390

CANTERA MURUARTE DE RETA V. PRUEBA 2

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/ $\sqrt{Q}$ )	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E0AV	1150	395,19		
2	E0AHL	1150	395,19		
3	E0AHT	1150	395,19		
4	E1AV	1110	381,44		
5	E1AHL	1110	381,44		
6	E1AHT	1110	381,44		
7	E2AV	1150	395,19		
8	E2AHL	1150	395,19		
1b	V	176	60,48	0,015	0,45
2b	HL	176	60,48	0,012	0,775
3b	HT	176	60,48	0,014	0,525

CANTERA MURUARTE DE RETA V. PRUEBA 3

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/ $\sqrt{Q}$ )	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E0AV	1138	391,06		
2	E0AHL	1138	391,06		
3	E0AHT	1138	391,06		
4	E1AV	1098	377,32		
5	E1AHL	1098	377,32		
6	E1AHT	1098	377,32		
7	E2AV	1128	387,63		
8	E2AHL	1128	387,63		
1b	V	182	62,54	0,011	0,600
2b	HL	182	62,54	0,024	0,632
3b	HT	182	62,54	0,009	0,447

CANTERA MURUARTE DE RETA V. PRUEBA 4

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/ $\sqrt{Q}$ )	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E0AV	1100	378		
2	E0AHL	1100	378		
3	E0AHT	1100	378		
4	E1AV	1058	363,57		
5	E1AHL	1058	363,57		
6	E1AHT	1058	363,57		
7	E2AV	1090	374,57		
8	E2AHL	1090	374,57		
1b	V	174	59,79	0,0065	0,495
2b	HL	174	59,79	0,012	0,956
3b	HT	174	59,79	0,013	0,399

CANTERA MURUARTE DE RETA V. PRUEBA 5

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/ $\sqrt{Q}$ )	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E0AV	1056	362,89		
2	E0AHL	1056	362,89		
3	E0AHT	1056	362,89		
4	E1AV	1018	349,83		
5	E1AHL	1018	349,83		
6	E1AHT	1018	349,83		
7	E2AV	1050	360,82		
8	E2AHL	1050	360,82		
1b	V	154	52,92	0,017	0,270
2b	HL	154	52,92	0,010	0,077
3b	HT	154	52,92	0,009	0,037

CANTERA MURUARTE DE RETA. V. PRUEBA 6

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/√Q)	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E0AV	1018	349,83		
2	E0AHL	1018	349,83		
3	E0AHT	1018	349,83		
4	E1AV	1978	679,72		
5	E1AHL	1978	679,72		
6	E1AHT	1978	679,72		
7	E2AV	1010	347,08		
8	E2AHL	1010	347,08		
1b	V	144	49,48	0,017	0,270
2b	HL	144	49,48	0,019	0,062
3b	HT	144	49,48	0,017	0,041

CANTERA MURUARTE DE RETA V. PRUEBA 7

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/ $\sqrt{Q}$ )	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E1BV	1014	363,07	0,0006	0,094
2	E2BV	1060	379,54	0,0006	0,156
3	E2BHL	1060	379,54		
4	E2BHT	1060	379,54		
5	E3BV	1164	416,78		
6	E3BHL	1164	416,78	0,0008	0,107
7	E4BV	1184	423,94		
8	E5BV	1076	385,27	0,0003	0,112
1b	V	164	58,72	0,025	1,08
2b	HL	164	58,72	0,023	0,675
3b	HT	164	58,72	0,023	1,69

CANTERA MURUARTE DE RETA V. PRUEBA 8

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/ $\sqrt{Q}$ )	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E1BV	1034	370,23		
2	E2BV	1082	387,42		
3	E2BHL	1082	387,42		
4	E2BHT	1082	387,42		
5	E3BV	1188	425,37		
6	E3BHL	1188	425,37		
7	E4BV	1208	432,53		
8	E5BV	1098	393,15		
1b	V	166	59,44	0,015	0,542
2b	HL	166	59,44	0,016	0,534
3b	HT	166	59,44	0,020	0,854

CANTERA MURUARTE DE RETA - V. PRUEBA 9

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/ $\sqrt{Q}$ )	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E1BV	1054	377,39		
2	E2BV	1102	394,58	0,0006	0,124
3	E2BHL	1102	394,58	0,0006	0,150
4	E2BHT	1102	394,58		
5	E3BV	1210	433,25		
6	E3BHL	1210	433,25	0,0005	0,102
7	E4BV	1228	439,69		
8	E5BV	1116	399,59	0,0004	0,048
1b	V	172	61,58	0,007	0,309
2b	HL	172	61,58	0,009	0,286
3b	HT	172	61,58	0,009	1,105

CANTERA MURUARTE DE RETA V. PRUEBA 10

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/ $\sqrt{Q}$ )	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E1BV	1048	375,24		
2	E2BV	1098	393,15	0,0015	0,147
3	E2BHL	1098	393,15		
4	E2BHT	1098	393,15		
5	E3BV	1208	432,53		
6	E3BHL	1208	432,53	0,0009	0,171
7	E4BV	1204	431,10		
8	E5BV	1108	396,73	0,0005	0,110
1b	V	162	58,0	0,010	0,479
2b	HL	162	58,0	0,010	0,429
3b	HT	162	58,0	0,003	0,550
PRUEBA 9					
1b	V		59,0	0,007	0,309
2b	HL		59,0	0,009	0,286
3b	HT		59,0	0,009	1,105

CANTERA MURUARTE DE RETA - V. PRUEBA 11

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/ $\sqrt{Q}$ )	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E1BV	1024	366,65		
2	E2BV	1078	385,98	0,0005	0,109
3	E2BHL	1078	385,98	0,001	0,222
4	E2BHT	1078	385,98	0,0015	0,340
5	E3BV	1190	426,09		
6	E3BHL	1190	426,09	0,0005	0,114
7	E4BV	1208	432,53		
8	E5BV	1090	390,28	0,0004	0,078
1b	V	144	51,56	0,006	0,55
2b	HL	144	51,56	0,006	0,584
3b	HT	144	51,56	0,010	1,429

CANTERA MURUARTE DE RETA V. PRUEBA 12

CANAL	ESTACION Y COMPONENTE	DISTANCIA	DISTANCIA A ESCALA (D/ $\sqrt{Q}$ )	ACELERACION MAX. (g)	VELOCIDAD PICO (mm/seg)
1	E1BV	1004	359,49		
2	E2BV	1056	378,10		
3	E2BHL	1056	378,10		
4	E2BHT	1056	378,10		
5	E3BV	1218	436,11		
6	E3BHL	1218	436,11		
7	E4BV	1184	423,94		
8	E5BV	1064	380,97		
1b	V	130	46,55	0,004	2,24
2b	HL	130	46,55	0,004	0,164
3b	HT	130	46,55	0,004	0,421

**ANEJO Nº 2**

**CALCULOS TOPOGRAFICOS**



CANTERA MURUARTE DE RETA

BASE DE REPLANTEO

1001

1001

COORDENADAS

X = 611.505,332

Y = 4.727.015,29

Z = 682,05

ORIENTACION

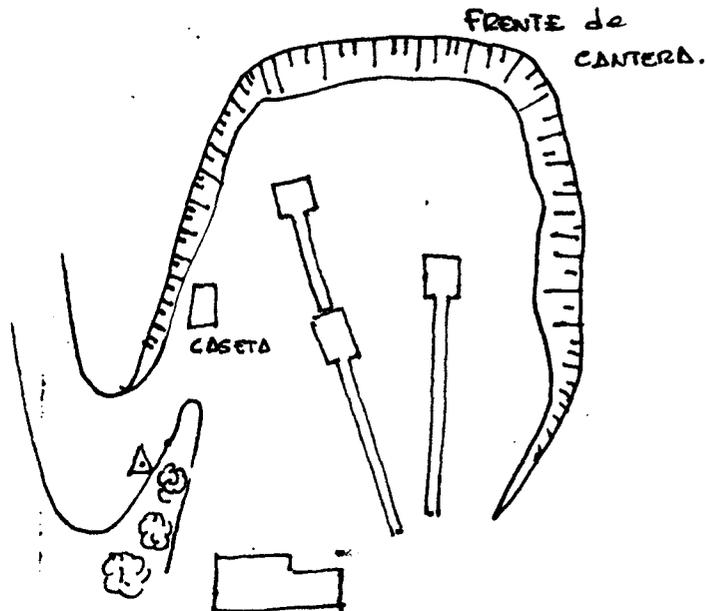
BASE N°

AZIMUT


REFERENCIAS

R	DISTANCIA

CROQUIS



RESEÑA

A la izquierda de la cantera, sale la pista que sube al alto de la cantera.

A la izquierda de la curva, en un afloramiento de roca, encontramos la estación.

Señal de pintura roja sobre la roca.

CANTERAS SIERRA ALAITZ (NAVARRA)

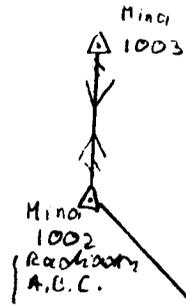
COORDENADAS BASES DEFINITIVAS

BASE	X	Y	Z
1001	611.505,332	4.727.015,288	682,052
1002	612.222,654	4.727.788,194	658,898
1003	612.304,592	4.727.712,260	623,049
1004	611.366,262	4.727.683,467	569,000

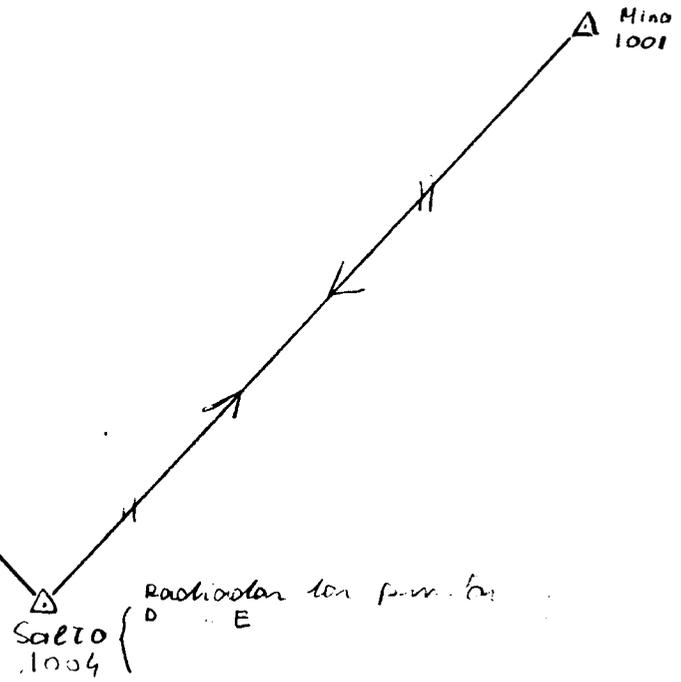
TOPOGRAFIA  
DATOS DE CAMPO

SIERRA DE ALARTE (NAVARRA)

CANtera LA NUEVA



CANtera MURUARTE DE RETA



ESTACION	I	REFERENCIA	REF. H.C.D.	REF. H.C.I.	ESTUDIO	PAG.		
CAMPEA 2	197		42 7657	242 591		5		
PUNTO	DISTANCIA	ENRASE	H		V		OBSERVACIONES	CLAVE
105	163.21	1.22	2	2051	100	8057	CABEZO TALUD	
106	167.42		25	3027	102	5027	" "	
108	175.35		258	3868	102	1516	" "	
108	179.87		262	0510	106	0446	" "	
109	187.23		266	0622	103	8697	" "	
110	192.59		277	0236	101	9728	" "	
111	203.24		279	6624	98	9568	" "	
112	208.86		285	8058	96	1078	" "	
113	210.22		291	5768	93	8240	" "	
114	212.35		29	4560	92	826	" "	
115	224.22		300	5555	89	2020	" "	
115	237.16		305	0530	82	9538	" "	
116	254.86		310	4522	86	3362	" "	
117	264.36		313	4720	85	2272	" "	
117	272.74		316	5752	84	4510	" "	
118	276.85		321	1245	82	2878	" "	
119	278.55		324	8080	81	5160	" "	
120	281.5		328	5321	80	5142	" "	
121	282.5		330	2157	79	25	" "	
121	282.7		338	1227	78	67	" "	
122	287.27		345	1342	76	86411	" "	
123	273.02		355	5759	76	8652	" "	
124	280.411		358	0834	76	6478	" "	
125	274.67		364	1222	75	0574	" "	
126	263.23		370	6730	74	7472	" "	
127	257.02		376	0352	75	6407	" "	
128	259.75		380	4205	76	4597	" "	
129	268.35		387	4230	79	6430	" "	
130	268.24		392	0841	79	7208	" "	
130	263.51		399	7527	81	4265	" "	

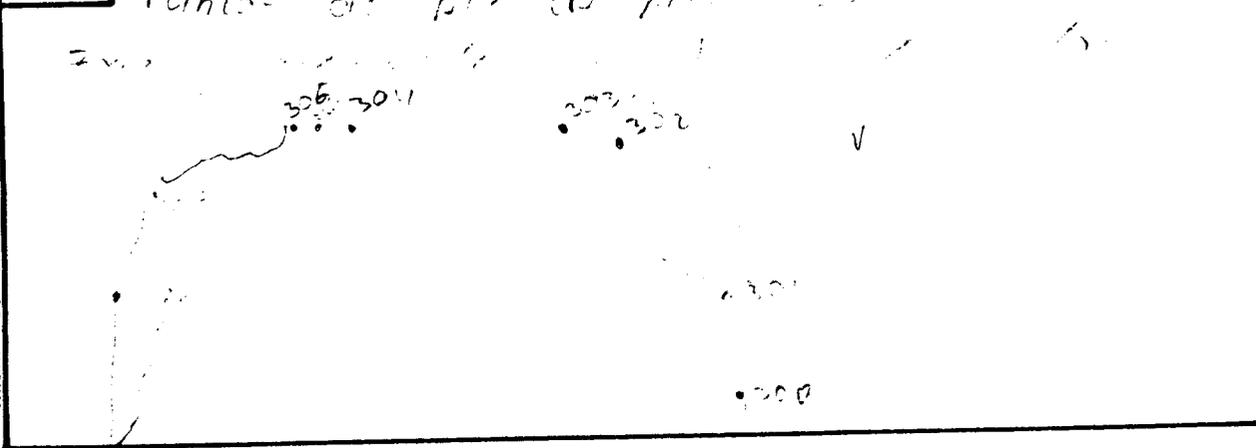
CROQUIS

ESTACION	I	REFERENCIA	REF. H.C.D.	REF. H.C.I.	ESTUDIO	PAG.		
Carretera 17	1,41					41		
PUNTO	DISTANCIA	ENRASE	H		V		ERVACIONES	CLAVE
85	77.31	1,22	76	5527	104	4014	PIE TALUD	
86	111.38		80	0712	102	5402	"	
87	131.54		80	2460	102	6290	"	
88	229.45		87	1222	100	8590	GRADERA	
89	264.55		92	8920	100	7180	PIE TALUD	
90	272.84		97	6720	100	7184	"	
91	282.05		101	2744	100	8352	"	
92	284.86		107	5120	100	8870	"	
93	295.30		114	6320	100	7186	"	
94		0,15	120	0128	100	0302	"	
95	288.27	1,22	130	9134	100	8916	"	
96	266.11		13	1422	101	032	"	
97	252.03		138	1046	101	2600	"	
98	222.84		150	2310	101	6256	"	
99	219.84		158	7220	101	7250	"	
	102.11		164	0115	102	1322	"	
	178.26		170	1025	100	3470	"	
	112.27		175	0647	103	0904	GRADERA	
	67.35		172	2628	106	3295	PIE TALUD	
	71.72		117	0562	105	8352		
	101		347	8137	142	8160		
1004	627.054	1,22	365	2260	110	5610		
	0.54		166	2242	282	3940		
	0.54					17202		

CROQUIS

ESTACION	I	REFERENCIA	REF. H.C.D.		REF. H.C.I.		ESTUDIO	PAG.
	5	1,55		103 2178		303 2128		2
PUNTO	DISTANCIA	ENRASE	M		V		OBSERVACIONES	CLAVE
1022	117,166	1,22	132	2003	80	3001		
	1062		332	2046	310	6022		
300	9180	3,22	78	7551	98	640.	PIE TALUD	
301	9755	}	62	2001	98	3565	"	
302	138 49		0	3360	98	6366	"	
303	125,71		394	2096	98	3916	"	
304	96 31		301	7518	98	6070	"	
305	108 35		277	2351	98	2132	PIE TALUD A	1m
306	138,23		252	6522	99	2532	" "	2m
307	124,04		241	4704	99	5678	" "	5m
308	122,85		221	2233	100	2260	" "	1m

CROQUIS



V.I.S.A. 005-86



NEVADA

ESTACION	I	REFERENCIA	REF M.C.D.	REF M.C.I.	ESTUDIO	PAG.		
10	1	141	542,8136	542,8184		1		
PUNTO	DISTANCIA	ENRASE	M		V		OBSERVACIONES	CLAVE
1	25,34	1,22	59	3550	75	6254	CABEZA TALUD	
2	37,27		65	4626	75	6568	"	
3	51,15		64	2700	71	7037	"	
4	82,16		67	2534	78	0568	"	
5	102,63		70	8930	78	91874	"	
6	135,36		74	9584	80	1117	"	
7	206,89		76	8220	85	4525	"	
8	221,04		78	3425	87	1587	"	
			81	0022			"	
9	242,51		81	0411	87	6260	"	
10	257,89		82	2700	82	8948	"	
11	272,68		83	1533	85	8208	"	
12	277,35		88	8388	85	9206	"	
13	272,01		90	4854	85	5220	"	
14	318,31		91	1122	85	6430	ARAGONQUE CORNISA	
15	320,17		91	5355	84	4034	CABEZA TALUD	
16	330,80		92	2082	82	8446	"	
17	334,00		100	2000	81	3676	"	
18	332,00		103	0500	80	0200	"	
19	342,21		106	1214	74	1884	"	
20	353,84		107	0780	78	0240	"	
21	357,00		113	8225	71	2082	"	
22	371,25		116	5218	76	7824	"	
23	374,55		118	2212	76	7980	"	
24	367,00		121	2125	77	2280	"	
25	363,30		123	4225	77	8558	"	
26	350,81		127	3070	78	6000	"	
27	357,73		127	5221	74	3420	"	
28	351,75		132	2880	78	0260	"	

CROQUIS

ESTACION		I	REFERENCIA	REF. H.C.D.		REF. H.C.I.		ESTUDIO	PAG.
1		141		1		1			2
PUNTO	DISTANCIA	ENRASE	H		V		OBSERVACIONES	CLAVE	
30	347,02	122	135	4678	77	2948	CABEZO TACUD		
31	343,72		137	6900	77	5200			
32	336,23		140	2432	77	1500			
33	333,72		143	8842	77	7100			
34	328,05		142	5242	76	7060			
35	315,05		150	7318	76	2986			
36	310,48		154	1118	77	7380			
37	301,87		157	4220	78	5340			
38	290,11		160	7525	78	3190			
39	283,72		161	1212	80	1012			
40	277,73		166	1036	80	2172			
41	253,87		165	5700	81	0100			
42	242,88		162	5200	80	2688			
43	231,26		171	4108	80	4886			
44	227,30		173	9784	80	2356			
45	217,92		178	1638	82	5136			
46	207,67		181	6782	82	5144			
47	202,47		186	4324	84	8228			
48	193,45		189	0200	84	8872			
49	176,14		193	2168	95	3440			
50	158,00		193	3400	84	9410			
51	145,48		195	5002	85	1200			
52	127,12		200	0510	82	1072			
53	101,66		204	8548	82	6378			
54	71,72		212	4290	83	5238			
55	73,33		217	9790	86	5810			
56	78,31		231	4485	92	0240			
57	78,10		237	3890	95	4492			
58	70,71		246	0316	97	4838			

CROQUIS

ESTACION	I	REFERENCIA	REF. H.C.D.	REF. H.C.I.	ESTUDIO	PAG.		
CARTERA	11	1.41	V	V		3		
PUNTO	DISTANCIA	ENRASE	H		V		OBSERVACIONES	CLAVE
69	292,26	1,22	92	2037	85	6520	ESCALON INTERMED	
70	297,27		96	5620	85	7200	"	
71	303,92		100	5126	85	2712	"	
72	311,20		103	8232	85	8740	"	
73	315,62		108	2132	85	8236	"	
74	318,20		112	3650	87	8780	"	
75	320,55		115	9412	87	0520	"	
76	323,43		118	7426	87	1220	"	
77	326,37		121	0226	87	2266	"	
78	327,27		126	3302	87	3088	BARRENO	
79	328,72		127	4620	87	3002	BARRENO	
80	329,36		128	5736	87	2836	BARRENO	
81	333,27		129	6727	87	2426	BARRENO	
82	321,22		130	6444	87	1742	BARRENO	
83	315,02		131	0426	85	2724	ESCALON	
84	311,48		135	5232	86	7546		
85	308,31		138	2120	86	7722		
86	297,56		141	7322	86	3120		
87	290,15		145	2116	85	4602		
88	287,39		150	1310	85	7080		
89	283,32		154	1820	85	0932		
90	275,59		157	4226	84	1040		
91	267,22		160	1766	83	2180		
92	262,89		163	1722	82	6300		

CROQUIS

# CANTERAS DE ALAITZ

ZONA: NAVARRA

## CANTERA MURUARTE DE RETA

---

ESTACION	X	Y	Z
1001	611505.332	4727015.288	682.052

PUNTO	X	Y	Z	CLAVE	ACIMUT
1	611527.693	4727022.524	691.716	CAB. TALUD	80.0763
2	611540.929	4727023.140	696.902	CAB. TALUD	86.1783
3	611551.859	4727026.457	700.320	31	85.0013
4	611581.440	4727028.960	709.977	CAB. TALUD	88.6843
5	611601.579	4727028.055	715.505	CAB. TALUD	91.6043
6	611633.842	4727024.043	723.847	CAB. TALUD	95.6697
7	611707.415	4727023.122	725.886	CAB. TALUD	97.5333
8	611722.748	4727018.496	726.712	CAB. TALUD	97.0607
9	611743.185	4727008.739	729.086	CAB. TALUD	101.7324
10	611763.096	4727001.142	731.934	CAB. TALUD	103.4903
11	611777.442	4726985.749	739.733	CAB. TALUD	106.8839
12	611785.478	4726972.945	745.716	CAB. TALUD	109.5501
13	611785.504	4726965.468	747.772	CAB. TALUD	111.1982
14	611808.893	4726951.262	753.424		113.2333
15	611807.076	4726941.607	759.905	CAB. TALUD	115.2468
16	611802.667	4726930.374	767.654	CAB. TALUD	117.7095
17	611808.053	4726912.115	778.607	CAB. TALUD	120.9113
18	611803.921	4726895.068	786.681	CAB. TALUD	124.2677
19	611803.542	4726881.255	793.108	CAB. TALUD	126.8911
20	611800.600	4726861.088	802.034	CAB. TALUD	130.6393
21	611783.532	4726847.597	840.067	CAB. TALUD	134.5338
22	611789.548	4726827.081	812.391	CAB. TALUD	137.2361
23	611782.122	4726816.619	812.230	CAB. TALUD	139.6325

24	611775.975	4726802.455	810.944	CAB. TALUD	142.4239
25	611766.329	4726794.960	806.094	CAB. TALUD	144.6338
26	611753.556	4726782.041	801.265	CAB. TALUD	148.0203
27	611744.066	4726774.296	796.359	CAB. TALUD	150.2997
28	611730.756	4726767.556	799.129	CAB. TALUD	152.9993
30	611712.739	4726763.135	799.825	CAB. TALUD	156.1791
31	611701.489	4726759.086	800.828	CAB. TALUD	158.4013
32	611686.654	4726757.254	800.549	CAB. TALUD	161.0045
33	611670.005	4726750.360	801.548	CAB. TALUD	164.5955
34	611651.997	4726746.153	799.179	CAB. TALUD	168.2355
35	611633.952	4726748.049	794.324	CAB. TALUD	171.4433
36	611617.705	4726746.113	788.620	CAB. TALUD	174.8231
37	611601.249	4726747.030	782.123	CAB. TALUD	178.1393
38	611584.258	4726751.924	774.842	CAB. TALUD	181.4638
39	611569.047	4726752.941	769.492	CAB. TALUD	184.8325
40	611559.890	4726755.640	765.021	CAB. TALUD	188.8149
41	611557.146	4726778.160	756.717	"	186.3048
42	611544.025	4726787.240	756.324	CAB. TALUD	189.3003
43	611532.605	4726796.018	752.169	CAB. TALUD	192.1221
44	611523.303	4726799.535	751.706	CAB. TALUD	194.7097
45	611509.072	4726803.645	741.895	CAB. TALUD	198.8751
46	611497.983	4726813.678	739.093	CAB. TALUD	202.3195
47	611483.297	4726819.743	730.067	CAB. TALUD	207.1437
48	611476.589	4726829.473	727.738	CAB. TALUD	209.7703
49	611467.207	4726843.806	695.115	CAB. TALUD	213.9271
50	611471.689	4726865.417	719.270	CAB. TALUD	214.0579
51	611463.604	4726880.036	715.860	CAB. TALUD	219.0511
52	611472.359	4726917.796	711.955	CAB. TALUD	220.7623
53	611470.824	4726934.040	706.932	CAB. TALUD	225.5691
54	611470.849	4726955.140	700.597	CAB. TALUD	233.1403
55	611462.557	4726957.736	697.585	CAB. TALUD	240.6903

56	611448.561	4726962.244	692.028	CAB. TALUD	252.1599
57	611442.239	4726969.597	687.821	CAB. TALUD	260.0982
58	611443.928	4726979.934	685.042	CAB. TALUD	266.7429
60	611784.932	4726957.777	747.692		112.9145
61	611787.067	4726936.884	748.582		117.2793
62	611785.478	4726918.271	749.132		121.2239
63	611787.306	4726900.900	750.898		124.5343
64	611782.030	4726880.139	751.723		128.9251
65	611776.583	4726860.138	742.480		133.0763
66	611768.659	4726844.344	746.971		136.6561
67	611763.300	4726831.224	746.901		139.4539
68	611679.121	4726877.348	727.117		142.7109
69	611742.611	4726799.094	747.627		147.0421
70	611738.087	4726795.464	747.498		148.1787
71	611733.341	4726792.345	746.808		149.2849
72	611730.468	4726787.382	747.287		150.3893
73	611722.984	4726788.163	746.494		151.3557
74	611706.533	4726781.498	746.264		154.7607
75	611698.433	4726779.508	746.588		156.3145
76	611684.069	4726772.259	745.849		159.6302
77	611667.053	4726773.715	745.734		162.4441
78	611647.062	4726770.194	745.716		166.6229
79	611628.785	4726764.861	746.002		170.8423
80	611611.198	4726760.844	747.981		174.8993
81	611595.261	4726763.842	750.347		178.1339
82	611581.625	4726768.838	751.876		180.9879
83	611568.721	4726770.187	753.088		183.8985
85	611582.386	4727018.602	676.902	PIE TALUD	97.2641
86	611616.615	4727013.920	677.800	PIE TALUD	100.7925
87	611636.745	4727013.312	676.813	PIE TALUD	100.9573
88	611733.000	4726986.912	679.150		107.8941

89	611763.857	4726959.190	679.138	PIE TALUD	113.6033
90	611766.907	4726937.583	679.168	PIE TALUD	118.3833
91	611770.706	4726919.815	678.547	PIE TALUD	121.9257
92	611758.652	4726885.064	678.279	PIE TALUD	130.2293
93	611756.151	4726859.468	676.775	PIE TALUD	135.3293
94	611721.174	4726810.521	679.020	PIE TALUD	142.3241
95	611702.367	4726807.930	678.241	PIE TALUD	151.6247
96	611687.919	4726821.747	677.936	PIE TALUD	151.8535
97	613043.224	4724979.313	632.164	PIE TALUD	158.8157
98	611603.962	4726808.710	676.399	PIE TALUD	171.6423
99	611574.846	4726806.811	676.358		179.5109
100	611550.958	4726828.786	675.811		184.7258
101	611516.825	4726836.700	681.269		195.9089
102	611512.808	4726902.788	675.167		195.7753
103	611543.247	4726957.606	675.357		162.9211
104	611564.547	4726975.360	675.678		137.7491

# CANTERAS DE ALAITZ

ZONA: NAVARRA

CANTERA LA NUEVA

---

ESTACION	X	Y	Z
1002	612222.654	4727768.194	658.898

PUNTO	X	Y	Z	CLAVE	ADIMET
105	612286.859	4727936.132	633.859	CAB. TALUD	24.0677
106	612296.974	4727936.514	636.428	CAB. TALUD	29.5718
107	612308.150	4727940.022	639.293	CAB. TALUD	32.6494
108	612319.343	4727938.905	641.897	CAB. TALUD	36.3136
109	612335.402	4727937.236	647.577	CAB. TALUD	41.2298
110	612350.747	4727931.859	652.963	CAB. TALUD	46.3562
111	612375.315	4727923.077	662.289	CAB. TALUD	53.9310
112	612391.556	4727910.389	671.712	CAB. TALUD	60.1284
113	612402.479	4727895.155	679.313	CAB. TALUD	65.5394
114	612401.892	4727895.267	679.261	CAB. TALUD	65.7186
115	612427.029	4727873.534	694.742	CAB. TALUD	74.8181
116	612443.395	4727862.548	703.560	CAB. TALUD	79.3160
117	612464.616	4727847.029	713.233	CAB. TALUD	84.8148
118	612475.168	4727837.455	719.748	CAB. TALUD	87.7346
119	612490.583	4727827.023	726.512	CAB. TALUD	90.8378
120	612507.972	4727808.598	738.233	CAB. TALUD	95.4551
121	612518.338	4727792.325	747.309	CAB. TALUD	99.1106
122	612505.233	4727775.748	748.338	CAB. TALUD	102.8022
123	612493.711	4727759.500	752.015	CAB. TALUD	106.7141
124	612483.372	4727736.822	756.152	CAB. TALUD	112.3854
125	612461.523	4727713.072	754.182	CAB. TALUD	119.3975
126	612458.586	4727690.770	756.023	U	124.9304

127	612451.368	4727660.834	759.531	CAB. TALUD	132.3461
128	612431.823	4727644.315	763.843	CAB. TALUD	138.3584
129	612407.924	4727630.282	760.921	CAB. TALUD	144.9357
130	612392.714	4727616.536	756.203	CAB. TALUD	150.2979
131	612381.350	4727604.247	750.928	CAB. TALUD	154.6831
132	612366.887	4727578.199	743.310	CAB. TALUD	161.6857
133	612351.115	4727568.210	742.961	CAB. TALUD	166.3521
134	612322.190	4727555.964	734.832	CAB. TALUD	174.2217
135	612311.511	4727551.275	727.216	CAB. TALUD	177.1570
136	612289.153	4727547.891	714.005	CAB. TALUD	182.8130
137	612275.146	4727542.953	707.282	CAB. TALUD	186.5762
138	612246.284	4727547.703	712.772	CAB. TALUD	193.7648
139	612225.357	4727561.846	707.825	CAB. TALUD	199.2397
140	612204.282	4727575.760	702.607	CAB. TALUD	205.4921
141	612199.775	4727590.838	696.014	CAB. TALUD	210.5094
142	612202.061	4727588.328	694.586		206.5362
143	612225.220	4727573.120	694.398		199.2406
144	612261.599	4727559.632	694.664		189.2556
145	612295.145	4727565.882	694.970		179.9333
146	612329.162	4727594.092	691.410		168.0504
147	612178.036	4727592.311	692.305		214.2576
148	612169.715	4727588.737	693.021	CAB. TALUD	216.5160
149	612187.218	4727617.245	687.172	CAB. TALUD	213.0123

# CANTERAS DE ALAITZ

ZONA: NAVARRA

CANTERA LA NUEVA

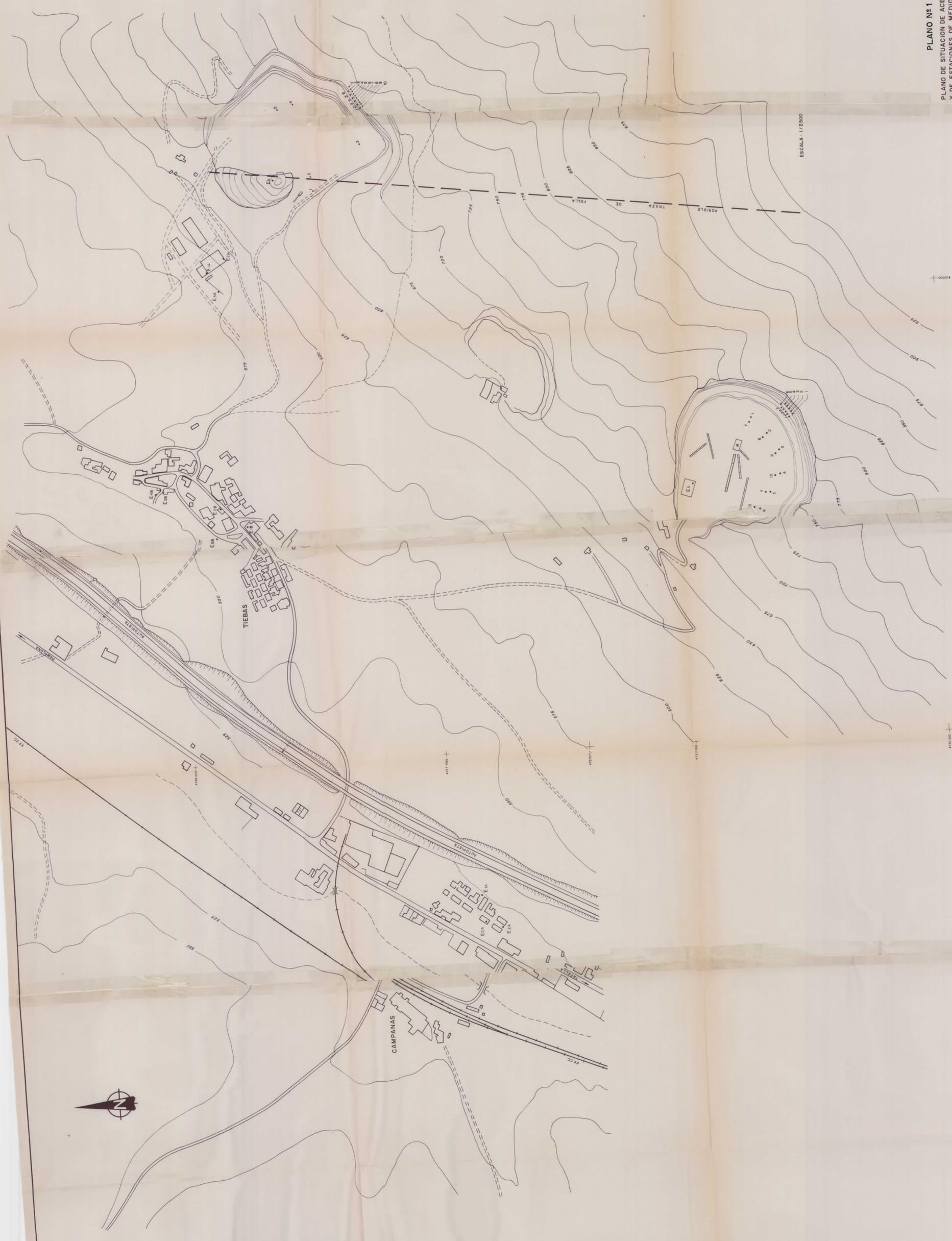
---

ESTACION	X	Y	Z
1003	612304.592	4727712.260	623.049

PUNTO	X	Y	Z	CLAVE	ACIMUT
300	612213.202	4727703.817	623.327	FIE TALUD	294.1351
301	612213.010	4727678.758	623.898	FIE TALUD	277.6740
302	612270.762	4727577.998	624.346	FIE TALUD	215.7137
303	612285.562	4727588.039	624.556	FIE TALUD	209.6774
304	612397.410	4727686.649	623.487	FIE TALUD	117.1395
305	612413.188	4727724.917	623.417		93.6132
306	612431.475	4727767.082	623.002		76.0359
307	612447.944	4727827.669	622.631		58.8481
308	612408.778	4727869.781	620.711		37.2010

ESTACION	i	REFERENCIA	REF H C.D.		REF. H C.I.		ESTUDIO	PAG.
SALTO (1004)	1,48							
PUNTO	DISTANCIA	ENRASE	H		V		OBSERVACIONES	CLAVE
	REFERENCIA		297	6054	97	6074		
1001	691,750	1,22	289	9867	89	5714		
	53 54		89	9860	310	4202		
2004(D)	227,96		305	1420	97	0088		
2005(E)	133,89		133	6262	99	3858		
1002	867,410		195	3042	93	4087		
	12 09		395	3024	306	5825		
	REFERENCIA		297	6008	97	6039		

CROQUIS



PLANO Nº 1  
PLANO DE SITUACION DE ACELEROMETROS  
Y DE ESTACIONES DE MEDIDA.

ESCALA 1/2500



CAMPANAS

TIEBAS

AUTOMOTRIZ

FALLA DE TRAZA POSIBLE

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

412000

**ANEJO Nº 3**

**FOTOGRAFIAS**



FOTO 1.- VISTA DE LA CANTERA LA NUEVA



FOTO 2.- ZONA DE SITUACION DE ESTACIONES EN LAS VOLADURAS DE PRUEBA DE LA CANTERA LA NUEVA



FOTO 3.- SITUACION DE LAS ESTACIONES DE MEDIDA  
EN EL PUEBLO DE TIEBAS.



FOTO 4.- ACELEROMETROS EN EL LAVADERO DE  
TIEBAS (ESTACION E3B).

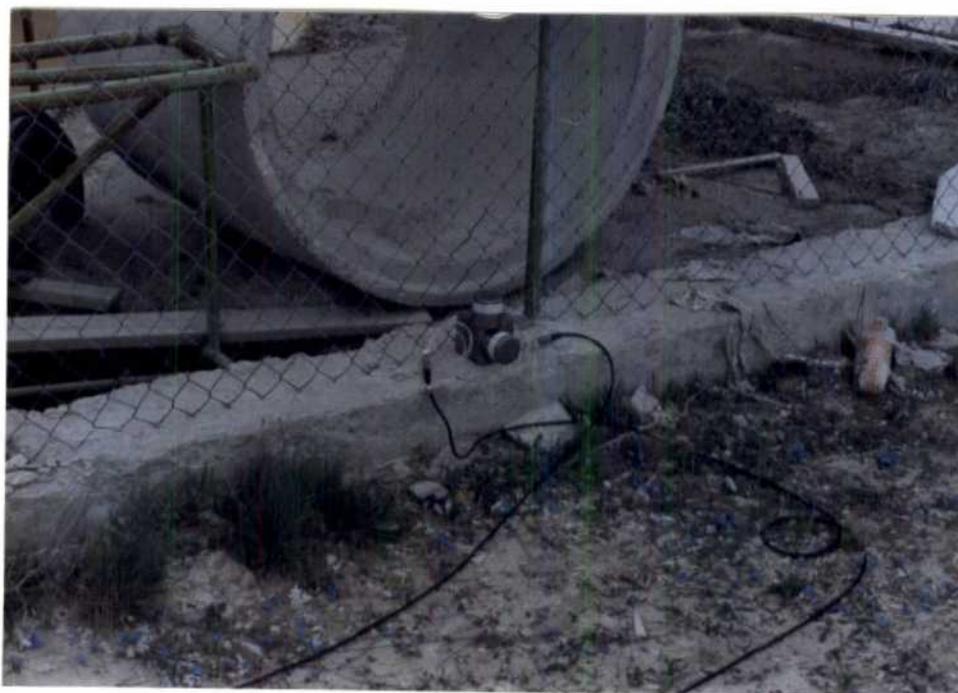


FOTO 5.- ESTACION DE MEDIDA E3A EN LAS VOLADURAS DE PRUEBA DE LA CANTERA LA NUEVA.



FOTO 6.- VISTA GENERAL DEL AREA DE SITUACION DE LAS ESTACIONES DE MEDIDA EN LAS VOLADURAS DE PRUEBA DE LA CANTERA LA NUEVA.

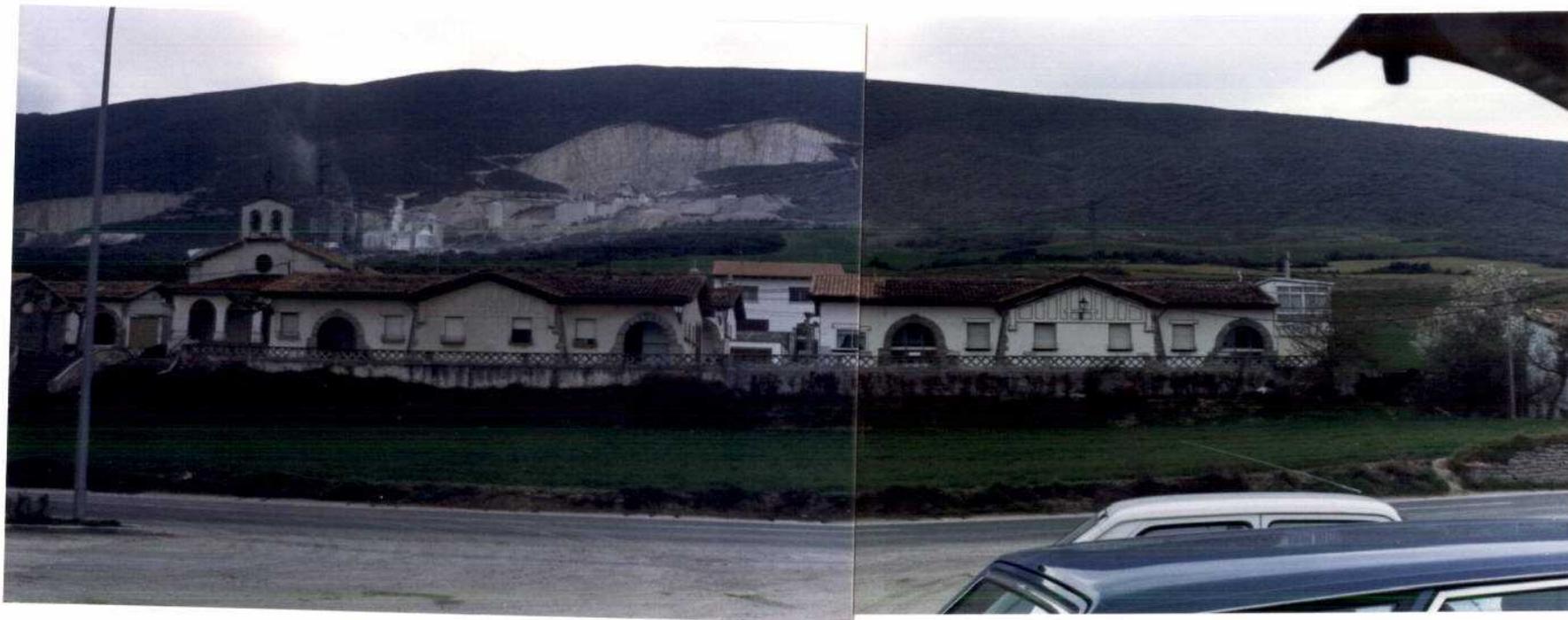


FOTO 7.- VISTA GENERAL DEL BARRIO DE LAS CAMPANAS DONDE SE INSTRUMENTO Y DE LA CANTERA MURUARTE DE RETA.



FOTO 8.- EQUIPO DE REGISTRO EN LAS CAMPANAS.



FOTO 9.- TRIAXIAL DE ACELEROMETROS EN LA ESTACION  
EoA EN LAS CAMPANAS.



FOTO 10.- PANORAMICA DE LAS TRES EXPLOTACIONES. A LA IZQUIERDA DE LA FOTO, LA CANTERA NE. Y A LA DERECHA LA CANTERA SW.



FOTO 11.- VISTA PARCIAL DE LA CANTERA NORESTE. NOTENSE LOS RELLENOS ROJIZOS U OCRE DE LAS DIACLASAS



FOTO 12.- CANTERA CENTRAL ABANDONADA. SE DISTINGUEN LAS DISTINTAS  
DIACLASAS DE LA FAMILIA "A" Y LOS BARRENOS

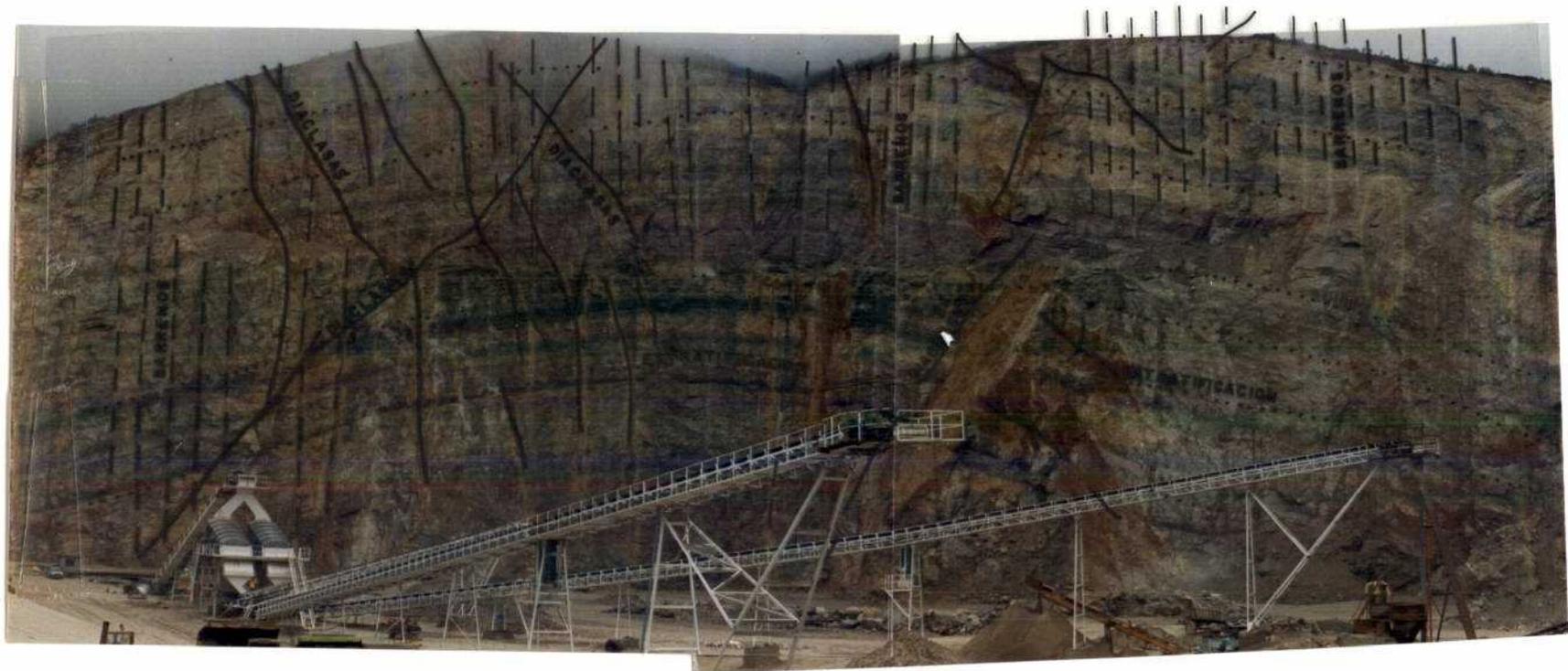


FOTO 13.- CANTERA SUROESTE (SW). OBSERVESE LA ESTRATIFICACION ENTRE BANCOS CLAROS EN TONOS CREMA Y BANCOS OSCUROS GRISACEOS Y NEGRUZCOS. NOTENSE LAS FRACTURAS Y DIACLASAS