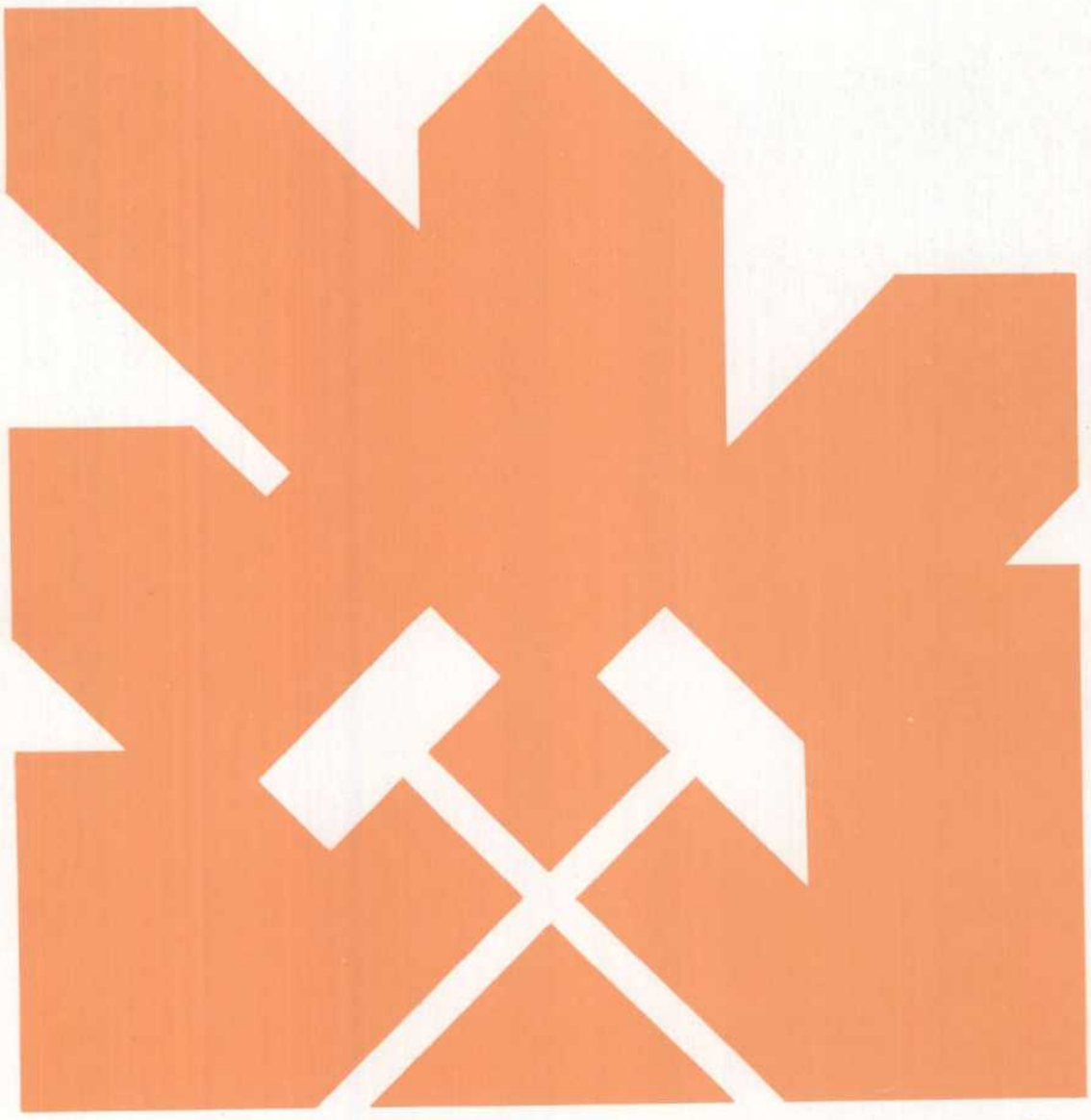
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
COMISARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

AMPLIACION DE LA INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN LA ZONA DE LORCA (MURCIA) (FASE-II).

INSCRIPCIONES NUMEROS: LORCA 134 (MURCIA) Y LORCA BIS 155 (MURCIA)



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

10898

I N D I C E

I N D I C E

Págs.

1.- INTRODUCCION 1

1.1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS 1
1.2. AREA DE ESTUDIO 4
1.3. OBJETIVOS 4
1.4. METODOLOGIA 6
1.5. EQUIPO DE TRABAJO 7
1.6. RESUMEN ESTADISTICO 8

2.- GEOLOGIA 10

2.1. LITOESTRATIGRAFIA 10
2.2. TECTONICA 17
2.3. INTERPRETACION PALEOGEOGRAFIA Y EVOLUTIVA .. 20

3.- GEOFISICA 23

3.1. JUSTIFICACION DEL METODO (SEV) 23
3.2. TRABAJO REALIZADO 24
3.3. ESTUDIO CUALITATIVO DE LOS RESULTADOS. TIPO DE CURVAS 26
3.4. INTERPRETACION CUANTITATIVA DE LAS CURVAS DE SEV 29

3.4.1. Perfiles geoeléctricos 32
3.2.2. Mapa de isohipsas del tramo evaporítico 35

4.- INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS 36

4.1. ANTECEDENTES 36
4.2. DESCRIPCION DE LA SERIE BITUMINOSA 36
4.3. SONDEOS 37

4.3.1. Introducción 37
4.3.2. Sondeo S-1 38
4.3.3. Sondeo S-2 39
4.3.4. Sondeo S-3 40

Págs.

4.3.5. Sondeo S-4 40
4.3.6. Sondeo S-5 41

4.4. VALORACION DE LOS RECURSOS BITUMINOSOS 42

5.- TESTIFICACION GEOFISICA 47

5.1. SONDEO 1 49
5.2. SONDEO 2 50
5.3. SONDEO 3 51
5.4. SONDEO 4 51
5.5. SONDEO 5 52

6.- ESTUDIO MINERALOGICO, PETROGRAFICO E INTERPRETACION SEDIMENTOLOGICA DE TRAMOS SALINOS DE LOS SONDEOS LORCA-4 Y LORCA-5 54

6.1. INTRODUCCION 54
6.2. DESCRIPCION DE LOS MATERIALES 54
6.2.1. Facies bandeadas anhidrítico-halítico-carbonáticas 56
6.2.2. Halititas 56
6.2.3. Niveles yesíferos o anhidrítico-yesíferos superiores 57
6.3. INTERPRETACION MINERALOGENETICA 58
6.4. MODELO SEDIMENTOLOGICO 62
6.5. ANALISIS EFECTUADOS 65

7.- RESUMEN Y CONCLUSIONES 68

7.1. INTRODUCCION 68
7.2. GEOLOGIA 69
7.3. INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS 71
7.3.1. Resultados del método geofísico 71
7.3.2. Resultados de los sondeos mecánicos 73
7.3.3. Valoración de los recursos bituminosos 74
7.3.4. Testificación geofísica 75

Págs.

7.3.5. Estudio mineralógico-petrográfico e interpretación sedimentológica de los tramos salinos 76

7.4. CONCLUSIONES GENERALES 78

8.- BIBLIOGRAFIA 80

8.1. BIBLIOGRAFIA SOBRE LA ZONA 80
8.2. BIBLIOGRAFIA SOBRE PIZARRAS BITUMINOSAS ... 82

9.- A N E X O S 95

9.1. DESCRIPCION PETROGRAFICA DE LAS MUESTRAS ESTUDIADAS 95
9.2. FOTO DE LOS SONDEOS LORCA-4 Y LORCA-5 105
9.3. ANALISIS CUANTITATIVOS DE CRUDO 117
9.4. INTERPRETACION DE LAS CURVAS DE LOS SEV ... 120

INDICE DE MAPAS

Nº 1.- MAPA GEOLOGICO

Nº 2.- CORTES GEOLOGICOS

Nº 3.- MAPA DE ISOHIPSAS DEL TECHO DE LA FORMACION EVAPORITICA

Nº 4.- PERFILES GEOELECTRICOS

Nº 5.- PLANO DE CORRELACION

Nº 6.- SONDEO Nº 1

Nº 7.- SONDEO Nº 2

Nº 8.- SONDEO Nº 3

Nº 9.- SONDEO Nº 4

Nº10.- SONDEO Nº 5

Nº11.- REGISTROS DEL SONDEO 1

Nº12.- REGISTROS DEL SONDEO 2

Nº13.- REGISTROS DEL SONDEO 3

Nº14.- REGISTROS DEL SONDEO 4

Nº15.- REGISTROS DEL SONDEO 5

Nº16.- SONDEO Nº 1 (LORCA)

Nº17.- SONDEO Nº 3 (LORCA)

Nº18.- SONDEO Nº 4 (LORCA)

1.- I N T R O D U C C I O N

1.- INTRODUCCION

1.1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

El PLAN ENERGETICO NACIONAL, elaborado para cubrir unos objetivos durante el decenio 1978 a 1987, fijaba unas directrices básicas de como se debe actuar para mejorar la situación energética en España.

Los dos objetivos fundamentales del PLAN ENERGETICO, son los de moderar los consumos energéticos y adaptarlos progresivamente a los recursos existentes en el pais.

Definidas las directrices globales del P.E.N., entre sus acciones básicas sugiere una "expansión de las actividades de exploración y producción de recursos energéticos nacionales".

Así, dentro del subsector de nuevas energías distingue tres grandes grupos:

El primer grupo se refiere a la obtención de carbón y de petróleo pesado o combustible sintético procedente de la destilación de arenas y esquistos bituminosos.

Esta importante fuente de combustible hidrocarburado, denominado combustible sintético, procede de la destilación de pizarras bituminosas y, dado que las propiedades del kerógeno son muy parecidas a las del petróleo, han despertado tanto a nivel internacional como nacional un profundo interés en la industria del petróleo y naturalmente del gobierno de España.

Por otro lado, dentro del contexto de la actual legislación española, la Ley de Fomento de la Minería de 8 de Enero de 1.977, en su Artículo Primero, determina que -

su objetivo es: "promover y desarrollar dentro y fuera del territorio nacional, la exploración, investigación, explotación y beneficios mineros, con el fin de procurar el abastecimiento de materias primas minerales a la industria española".

En el Artículo Tercero, que trata sobre el Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas Minerales, se especifica que éste "determinará las diferentes materias primas minerales y, en relación con ellas, las distintas actividades que gozarán, durante el período que para cada una de ellas se establezca, de la calificación de prioritarias", implicando tal calificación "su declaración de interés nacional a efectos de lo dispuesto en la Ley de Minas" y "la confección de un programa sectorial en que se fijen los objetivos mínimos de abastecimiento interior y exterior que se pretende asegurar".

Por su parte, el Real Decreto 278/1977 de 25 de Febrero, por el que se crea la Comisaria de Energía y Recursos Minerales, en el Artículo Sexto, que trata de la nueva Comisión Nacional de la Energía, alude como una de sus misiones a "la definición de los Planes de Investigación del carbón, hidrocarburos y uranio".

En su disposición final, al referirse a la revisión del Plan Energético Nacional aprobado por el Gobierno el 24 de Enero de 1975, ordena que aquella "se realizará para el período comprendido entre mil novecientos setenta y siete y mil novecientos ochenta y siete", y deberá llevarse a cabo teniendo en cuenta, entre otros, los siguientes criterios básicos:

-"Máxima utilización de los recursos energéticos nacionales, perfeccionando para ello los medios humanos técnicos y económicos necesarios para procurar un incremen-

to del patrimonio nacional de recursos energéticos".

-"Promoción del desarrollo tecnológico en el sector energético".

-"Mantenimiento de los niveles aceptables de - incidencia de las instalaciones energéticas en el medio ambiente.

Con esta óptica y en base a nuestro déficit de materias primas energéticas, la DIRECCION GENERAL DE MINAS a través del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, elaboró un Proyecto de Exploración de Pizarras Bituminosas en - España, cuyo objetivo fundamental era la localización de - posibles zonas de interés para investigar en fases sucesivas.

El proyecto se desarrolló desde al año 1977 a 1980 localizándose varias zonas de interés entre las que - se encontraba el sector de Lorca. Sobre este sector, el - IGME desarrolló posteriormente trabajos de investigación - cuyos resultados aconsejaron su ampliación y estudio detallado.

Siguiendo este programa durante el año 1980 y 1981 el INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, llevó a cabo varios proyectos de investigación en los que se incluia parcial o totalmente el área de LORCA (Murcia): "INVESTIGACION GEOLOGICO-MINERA DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN LOS SECTORES DE LORCA (MURCIA), HELLIN (ALBACETE), LIBROS (TERUEL), Y CAMPINS (BARCELONA)", 1980; "INVESTIGACION DE PIZARRAS - BITUMINOSAS EN CUATRO ZONAS DE LAS PROVINCIAS DE MURCIA Y ALMERIA", 1981; "INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS Y - CONTROL GEOLOGICO DE SONDEOS EN EL SECTOR DE LORCA (MURCIA)" 1981.

Los resultados obtenidos en los diferentes proyectos aconsejaron continuar la investigación en el sector de Lorca mediante la realización del Proyecto "AMPLIACIÒN DE LA INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN LA ZONA DE LORCA (MURCIA) (FASE II)" efectuado durante el año 1982.

1.2. AREA DE ESTUDIO

Se encuentra situada al NW de la ciudad de Lorca (Murcia) dentro de la Hoja de LORCA nº 953 del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, e incluye la mitad suroeste del paraje denominado "La Serrata" (fig. nº 1). Tiene una superficie de 48 km^2 y está definida por un rectángulo cuya dirección de máximo alargamiento es N 45º E.

Geológicamente constituye una cuenca Miocena - limitada por materiales preneógenos, situada en el extremo oriental de las Cordilleras Béticas.

1.3. OBJETIVOS

Los objetivos cubiertos con el presente estudio han sido los siguientes:

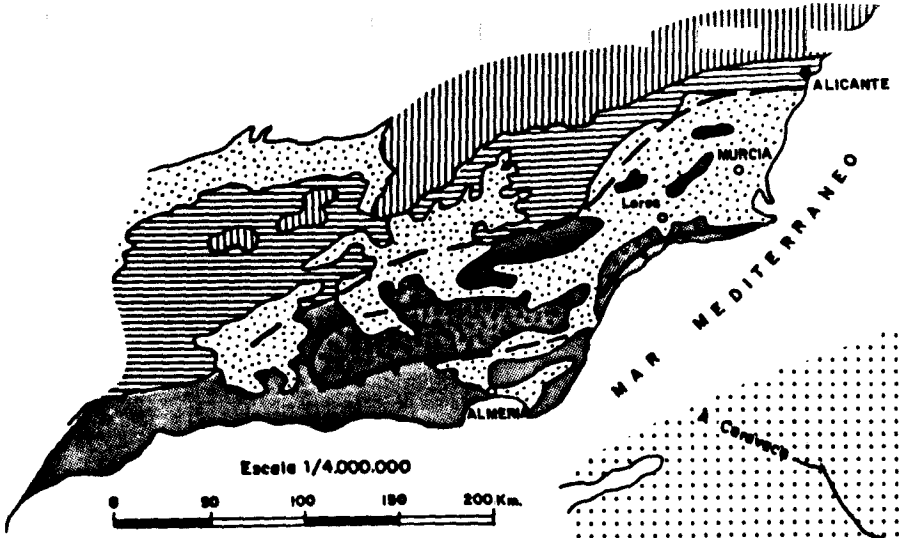
- Conocimiento de la evolución de los niveles bituminosos en profundidad, tanto en dirección como en el sentido - del buzamiento, bajo sedimentos más modernos y recubrimiento cuaternario.

- Estimación cuantitativa de los recursos energéticos de la zona.

- Estudio y configuración de la cuenca en profundidad mediante prospección geofísica con el método de SEV.

- Recomendación de las actividades futuras de investiga-- ción de las áreas previamente seleccionadas.

MAPA DE SITUACION GEOGRAFICA Y GEOLOGICA

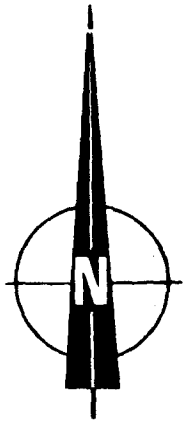


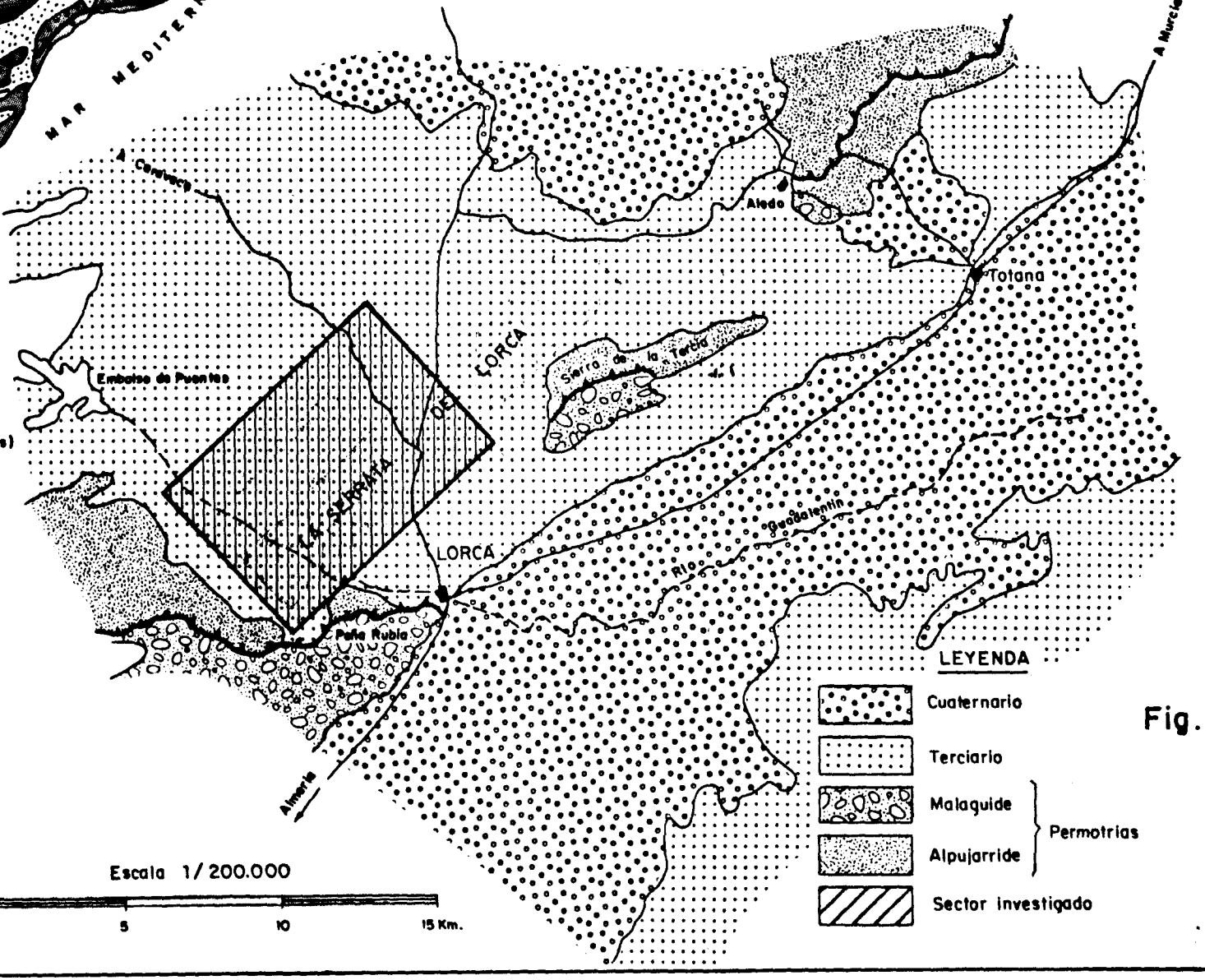
CORDILLERAS ALPIDICAS (S. Str.)

- Zona Prebética
- Zona Subbética
- Zona Bética (A. Complejo Nevado filábride y equivalentes)

CUENCAS TERCIARIAS

- Cobertera Terciaria





LEYENDA

- Cuaternario
- Terciario
- Malaguide
- Alpujarride
- Permotrias
- Sector investigado

Fig. 1

1.4. METODOLOGIA

Para cumplir los objetivos expuestos en el apartado anterior se han desarrollado las siguientes fases de estudio:

1.- Elaboración de una base topográfica, mediante restitución fotogramétrica con curvas de nivel cada 10 m, a escala 1:10.000; en una superficie aproximada de 4.800 Ha.

2.- Recopilación y estudio de todos los trabajos geológico mineros existentes sobre la zona, así como de la bibliografía de depósitos bituminosos similares. Se han utilizado asimismo los datos aportados por los dos proyectos de investigación efectuados en la zona anteriormente.

3.- Cartografía geológica a escala 1:10.000, con apoyo de fotogramas aéreos a escala 1:18.000 aproximadamente y sobre la base del plano topográfico. En esta cartografía se han delimitado los tramos que contienen niveles de "pizarras bituminosas".

4.- Cortes geológicos interpretativos, en los que se ha tratado de definir los distintos niveles alcanzados en todos los sondeos realizados en las diferentes campañas de perforación y su relación mutua.

5.- Investigación geofísica mediante el método de sondeos eléctricos verticales (SEV) con AB 1000 a 5000 m, con objeto de determinar el espesor del recubrimiento sobre la formación evaporitica y la configuración de la cuenca en profundidad mediante un mapa de isohipsas del techo de la formación evaporítica.

6.- Ejecución de cinco sondeos con recuperación de testigo contínuo, alcanzando un total de 996,65 m, su control; levantamiento de columna geológica y estudio del testigo.

7.- Testificación geofísica de 996,65 m mediante Resistividad (corta y larga), Resistencia, Potencial espontáneo, Gamma natural, Gamma-Gamma, "caliper" "neutron" - y temperatura, ofertada como mejora en el concurso de adjudicación.

8.- Estudio de 16 muestras de halita, yeso y estériles y - sedimentos incluidos en el tramo evaporítico, mediante Rayos X, Microscopio de Transmisión y Scanning de varias muestras.

9.- Determinación cuantitativa del contenido en crudo (l/t) en las muestras procedentes de testigo de los sondeos cuyos análisis a la llama fueron positivos.

10.- Estudio y tratamiento de datos recogidos y estimación de recursos energéticos de la zona.

Con todos los datos y resultados obtenidos se ha confeccionado este Informe que incluye los planos geológicos, columnas de sondeos, plano de isohipsas, plano de - perfiles geoeléctricos, así como un capítulo final de conclusiones en el que se dan las posibles líneas de actuación en futuros trabajos de investigación de la zona.

1.5. EQUIPO DE TRABAJO

La supervisión y dirección del trabajo ha sido llevada a cabo por D. José Luis Rebollo Rodríguez, Dr. Ingeniero de Minas del IGME. La investigación geológica, geofísica, levantamiento de columnas y control geológico de -

sondeos han sido realizados por personal técnico de la - COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.

El trabajo de testificación geofísica por un equipo del Departamento de Geofísica Aplicada de la E.T.S. Ingenieros de Minas de Madrid.

El trabajo de perforación ha sido realizado - mediante los equipos de CGS, S.A., habiéndose utilizado para la ejecución de los cinco sondeos las máquinas Mayhew 1000 y Failing 1000, con recuperación de testigo continuo.

Los análisis de contenido en crudo de las muestras procedentes de sondeos se han efectuado en el Laboratorio de Análisis Químicos de la E.T.S. Ingenieros de Minas de Madrid.

Los estudios de muestras de sales sódicas han sido efectuados por el Departamento de Petrología Sedimentaria de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad de Madrid.

1.6. RESUMEN ESTADISTICO

- Restitución fotogramétrica 1:10.000	4.800 ha
- Cartografía geológica 1:10.000	2.940 ha
- Sondeos eléctricos verticales AB-5000	2 SEV
- " " " AB-4000	16 "
- " " " AB-3200	12 "
- " " " AB-2600	1 "
- " " " AB-2000	7 "
- " " " AB-1600	3 "
- " " " AB-1300	2 "
- " " " AB-1000	4 "

- Sondeos mecánicos	996,65 m.
- Control geológico sondeos	996,65 m.
- Cortes geológicos	2
- Molienda y análisis de muestras	90
- Estudio petrográfico de evaporitas	16 muestras
- Testificación eléctrica en 5 pozos	996,65 m.

2.- G E O L O G I A

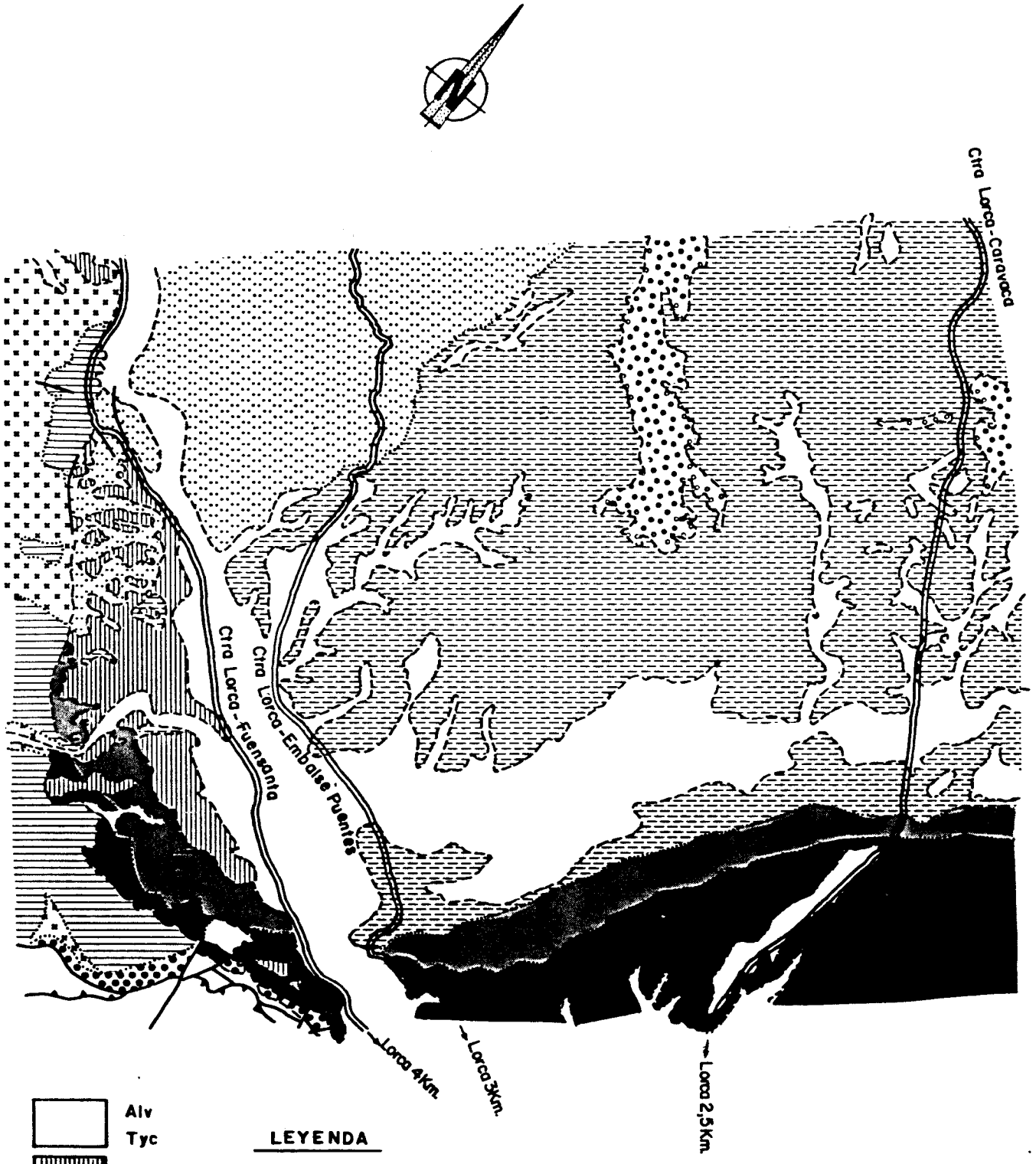
2.- GEOLOGIA

2.1. LITOESTRATIGRAFIA

El área de estudio se sitúa en la cuenca terciaria "postmanto" situada al NW de Lorca y alargada al menos 40 km en dirección NE, frente a 30-35 de anchura. Esta cuenca ha funcionado como tal, recibiendo materiales, desde el Helveciense (Mioceno medio) y presenta actualmente una falsa disposición intramontañosa; sin embargo, tan solo en sentido longitudinal (SW-NE) presenta alguna simetría. Por el contrario, en sentido transversal acusa su carácter de área litoral que ha recibido aportes diferenciados entre sus bordes continental y marino, lo que conlleva unas interrelaciones complejas entre las unidades que se describen a continuación.

Una serie conglomerática poligénica y roja con elementos de las series paleozoicas y permotriásicas, que no se ha diferenciado en la cartografía y que se localiza al pie del Castillo de Lorca (fig. 2), constituye el borde S (SE) de la cuenca, adosada a la Sierra Tercia y extremo nororiental de la de Peña Rubia que debieron funcionar, al menos la primera, como un alto fondo.

Sobre este conglomerado se apoya y cambia lateralmente una serie detrítica inferior (MSR). Se trata de margas areno-micáceas, tanto menos arenosas cuanto más al oeste (WNW). El color es gris, pero numerosos niveles arenosos (e incluso conglomeráticos) presentan color rojizo oscuro. Entre los elementos detríticos hay fragmentos de conchas que apuntan el carácter costero-litoral del depósito. La edad, más reciente cuanto más al NW, se extiende desde el Helveciense medio al Tortoniense medio. Su espesor llega a los 150 m.



LEYENDA

- Alv
- Tyc
- PQ
- FDS a-cg
- FDS l-ar
- FDS l-mar
- Evp
  Tma, Td
  Tb, Tb_2, Tb_1
- Fm Mm
- FR
- M'S R
- Serie conglomeratica basal

ESCALA: 1/50.000

Fig. 2

Sobre la serie anterior y en cambio lateral se depositaron con continuidad irregular, como corresponde a su facies, las comunmente denominadas calcarenitas (FR en la fig. 2 y plano nº 1) que fueron objeto de explotación - como piedra de construcción-ornamentación de alguno de los mejores edificios de Lorca. Con una potencia promedio de - 30 m es una caliza bioclástica que marca la transgresión - del Tortoniense inferior y presenta niveles algales, así - como ostreidos, pectínicos, coralarios y espongiarios, etc. Todo ello configura a esta formación como pararrecifal, -- producto de la demolición y acumulación "piedemonte" cerca na de un arrecife; contribuyendo con su depósito barrera a delimitar una cuenca somera pericontinental, ya señalada - por el alto fondo antes mencionado.

En discordancia facial o paraconcordancia sobre tal plataforma se depositó una potente serie margosa - de hasta 800 m de potencia (que adelgaza hasta desaparecer en la esquina suroccidental). Se trata de la Fm. Mm. de la figura 2: margas siltosas grises con moluscos en sucesión monótona que solo se rompe al techo con la aparición de - margocalizas, margas pardas y niveles centimétricos de are niscas con restos ferruginosos. Ello parece el final de la transgresión y de la bilateralidad transversal del depósito, produciéndose la probable epirogenia positiva de los - flancos. Esta epirogenia, además de ralentizar el depósito futuro, ha sido la causa con bastante probabilidad del apor te de elementos detríticos continentales procedentes del - Oeste.

La serie bituminosa objeto de este estudio -- (Tb, Tb_1, Tb_2) se deposita en el ambiente restringido y sa lobre definido en el estadio anterior. En síntesis, se tra ta de un conjunto en que alternan como elementos principales: a) margas gris-verdosas ricas en briznas vegetales - carbonizadas; b) bancos calcáreos siltosos oscuros; c) are niscas finas con elementos metamórficos; d) "laminitas" y

margocalizas (y silexítas) en paquetes decimétricos, ricas en kerógeno y con algún nivel diatomítico.

Algún banco calizo (b) puede tratarse de antiguos niveles de yeso diagenetizados por la acción reductora de la impregnación kerogénica; es el origen que se atribuye al azufre que portan y que dio lugar a su bien conocida explotación.

Los niveles (d), a los que cabe la denominación "paper shale", están caracterizados por su apretada laminación paralela; testimonio de una sedimentación muy lenta en ambiente euxínico de casi nula energía, y no son raros los peces y escamas. Ocasionalmente hay ripples simétricos de oscilación.

Se trata en suma de una alternancia de niveles marinos someros, ricos en elementos planctónicos, y niveles lagunares, con una potencia máxima de 70 m que adelgaza hacia el Oeste.

La cartografía de detalle ha permitido en el sector oriental diferenciar un tramo inferior Tb_1, y otro superior Tb_2. El tramo inferior, de unos 15 m de potencia viene definido por contar con 2 ó 3 niveles de calizas azufrosas (uno de ellos muy constante). El superior, por el contrario, no presenta estas calizas y sí, sin embargo, areniscas (ocasionalmente de tamaño grueso: 2 mm) pardo-rojizas en niveles alentejonados y a veces acanalados. Ello parece indicar la rápida pérdida de espesor de lámina de agua y es coherente con la observación de que, al SW, la pérdida de potencia comienza con este nivel (restricción del área de depósito con el tiempo); lo que se intenta expresar en el diagrama que sirve de leyenda al mapa geológico (plano nº 1).

El tramo superior, en el Sector de la Ctra. de Caravaca, presenta hasta cuatro bancos de yeso, el inferior de los cuales está parcialmente sustituido en caliza; y todos con indicios de azufre.

No es fácil señalar un promedio de niveles laminados en el conjunto de la serie "bituminosa"; parece - más rico el tramo inferior (posiblemente 35% de la potencia del tramo) que el superior (menor del 20%); lo que permite - considerar un conjunto en que aproximadamente el 23% son - "paper shale", aún cuando raramente el espesor contínuo supere los 50 cm.

En la unidad superior de la Serie se ha señalado un nivel centimétrico de tuff volcánico micáceo.

La serie detrítica intermedia (Td y Tma) es un conjunto de potencia discreta y variable (20-60 m), que con la serie bituminosa alcanzan conjuntamente los 110 m en la zona oriental del área de trabajo.

Se trata de una diferenciación un tanto forzada por la necesidad de aislar los tramos "bituminosos" inferiores de una serie continua, en que la continentalización y aumento de energía del medio crecen hacia el techo. Así, Td no es sino la acentuación de estas características ya señaldas para Tb_2, con la casi total ausencia de laminación; litológicamente: alternancia de margas grises con - areniscas de canal (disposición excavación-relleno) en niveles centi y decimétricos.

El tramo Tma, ver esquema del plano 1, es un - complejo intermedio por el que, tanto el tramo anterior como el conjunto regresivo que representa el complejo "bituminoso"-yesífero, transicionan por el borde S (y posiblemente W, aunque no aflora) al complejo detrítico continental

superior (FDS); plano nº 1. Litológicamente son margas grises y pardas, con niveles centimétricos de yeso regularmente intercalados al oeste, así como areniscas calcáreas, con ostreidos, calizas lacustres, niveles de oxidación y los rasgos de una formación de borde y tránsito marino/continental.

El complejo regresivo culmina en un depósito evaporítico costero según un modelo clásico de continua entrada de agua salada/evaporación, nueva entrada/nueva evaporación, etc, a través de un umbral "semipermeable" constituido por algún portillo que, tanto las direcciones de encauzamiento de Td como la "topografía" del techo del complejo evaporítico (plano nº 2) permiten aventurar que estuviera situado en la zona al SE del Collado de Arrebatacapas (sobre el rio actual) y vergiendo al N.

El complejo evaporítico Evp (fig. 2, plano 1) litológicamente y hasta la ejecución de este proyecto venía definido por la naturaleza de su afloramiento: hasta 70 m de margas y margas yesíferas intercalando bancos de yeso; conjunto que aún conserva laminación y figuras de "slumping", indicando con ello una cierta tracción y depósito mecánico especialmente en su mitad inferior, así como algo de azufre. Hacia el techo comienza la intercalación de niveles arenosos poco consolidados. Hacia el W intercalan, además, calizas lacustres transicionando al Tma descrito anteriormente.

Tras los sondeos realizados para este proyecto se conoce la existencia, hacia el centro de la cuenca, de una masa de sales (halita básicamente), situada bajo los yesos, con una potencia máxima intersectada de 232 metros (sondeo nº 4), que puede representar el episodio final del depósito de "procedencia marina"; por analogía, la masa de yesos acabada de describir sería el comienzo del depó-

sito continental sobre una cuenca que se aisla del mar y entra en endorreismo.

Litológicamente, el paquete salino es un depósito cíclico en que niveles decimétricos de halita bastante pura culminan con nivelillos centimétricos de marga salino-anhidritica (más evidentes hacia el oeste y centro de cuenca), para repetirse de nuevo el ciclo; con proporciones medias halita/estéril 85/15-90/10.

La formación detrítica superior (FDS) (plano nº 1, fig. nº 2) constituye la unidad tectosedimentaria - con que se cierra el ciclo mioceno, en facies continental para las "cuencas interiores".

Litológicamente se han separado tres litofa-- cies, de menor a mayor detriticidad, la cual crece, además - de hacia el borde (en la zona de trabajo el oeste), hacia - arriba y al Sureste. La naturaleza heterogénea de los elementos detríticos señala el área fuente al WNW, en materiales paleozoicos, mesozoicos y del Eoceno; excepto, lógicamente, en la zona de borde donde la procedencia es obvia.

La litofacies limomargosa L.-mar, que ocupa - las tres cuartas partes de la superficie estudiada, es una sucesión gradual y repetida de arenisca (base erosiva) limo lutita-lutita-marga. Su contacto, aparentemente normal, con los yesos supone un cambio de facies y, con mucha probabilidad, un hiato, por lo que se ha cartografiado como paraconcordante. La potencia, muy variable, seguramente excede los 200 metros al norte de la zona. Los colores son gris - claro-ocre asalmonado.

La litofacies limoarenosa l.ar, representa una sucesión repetida, más detrítica que la anterior, de limolutitas-areniscas (frecuentemente bioclásticas)-conglomerados, donde dominan los colores ocre-rosados; adosada ine-

quívocamente al borde de cuenca.

La litofacies conglomerática ar.-cg. que se extiende, posiblemente, hasta tiempos pliocenos, está representada por retazos elevados, preservados de la erosión, - de abanicos arenoconglomeráticos granocrecientes que se - anastomosan formando una facies aluvial proximal-media de baja organización, cantos redondeados y potencia hasta 100 m.

Los depósitos pliocuaternarios PQ presentan - una relación oscura con el techo de la FDS; posiblemente - sean el final de un proceso de peneplanización con la formación de una rasa finipliocena areno-conglomerática, heterogénea y no cementada (excepto encalichamiento posterior). Ocasionalmente se pueden considerar como antiguas y altas terrazas colgadas y, en otros casos, evidentemente son glacis (al N de la Rambla de los Arcos). Pero en todos los casos evidencian la modernidad o la persistencia de los basculamientos tectónicos, con inclinaciones próximas a la de las series que fosilizan. Se han medido hasta 15 m de potencia.

Como depósitos cuaternarios T y C se han agrupado formaciones detríticas heterogéneas que comprenden coluviones, eluviones, suelos, naturales o no, y terrazas recientes; de amplia dispersión aunque potencias discretas, excepto en la vertiente oeste de la Serrata donde al menos 20 m. están eluvio/coluvionados.

Los aluviones recientes de los cauces actuales se han diferenciado con la sigla Alv.

2.2. TECTONICA

Dado lo reducido del área y lo sencillo de la

disposición de los materiales, gran parte de lo que aquí - se dice debe entenderse como síntesis de observaciones más amplias y generales.

Dentro de la zona, la disposición es muy simple: los materiales miocenos forman una cubeta sinclinal - asimétrica de dirección NE-SW, donde el flanco SE buza al NW entre 30 y 40º, mientras el opuesto no alcanza los 10º en dirección contraria. En la zona SSW, donde cierra la estructura, los buzamientos están comprendidos entre 20 y 30º al N. Fuera de la zona, en su periferia, la formación recifal se acomoda a una suave forma anticlinal circundante.

Dentro de las masas yesíferas y salinas existen las habituales estructuras de repliegue halocinético - pero de relieve discreto.

En los materiales "postmanto" sólo ha actuado la tectónica neoalpina de juego en vertical y según una dirección preferente NE-SW que parece haber funcionado durante los movimientos staíricos en dos fases: durante la 1ª - (base del Helvetiense) iniciando, mediante basculamiento - al mar y delineación de bajíos o altos fondos del macizo - bético, la transgresión vindoboniense (segunda de las "mediterráneas"). Durante la 2ª fase se produce una recuperación positiva que acentúa los altos fondos, semiaislando - las cuencas que entran en regresión (Tortoniense superior).

Contemporánea y compensatoriamente, parece seguro, que esta 2ª fase activa la distensión de la plataforma externa (al SE de la Sierra Tercia en la zona), siendo responsable de la delineación de las cuencas messinienses y de la 3ª de las transgresiones mediterráneas. Su efecto para la cuenca objeto de este estudio es que rejuvenece - el relieve del antepais occidental, proporcionando la fuente de los elementos continentales que la rellenan en tiempos pontienses.

Penecontemporáneos parecen ser los movimientos distensivos transversos NW-SE (y a lo largo del Guadalentín, en el área, puede haber actuado uno mayor) que han disectado las estructuras principales citadas arriba, basculando los depósitos al NE en la zona de cierre (como se representa en el plano nº 2, cortes geológicos). Esta distensión ha sido continuada durante el Mioceno terminal y Plioceno basal, por cuanto las fracturas generadas afectan a la F.D.Superior en alguna medida; por contra, no se pueden dar datos de en qué medida hayan podido encauzar su depósito (al menos en el sector estudiado). Seguramente con estas direcciones y las menos evidentes NNW-SSE se enlaza con los igualmente distensivos movimientos rodánicos; y no es aventurado suponer que en zona tan móvil se hayan dejado sentir los waláquicos finipliocenos sobre estos mismos rumbos, así como causando los recortes menores que, oscilando sobre un rumbo E-W, afectan al cierre suroccidental de la cuenca. En apoyo de lo último está la existencia de la inclinación de los depósitos pliocuaternarios, así como la evidencia de que la actual forma sinclinal no parece haber perturbado la sedimentación de los depósitos más altos de la formación detrítica superior.

En resumen, en lo principal se está ante una epirogénesis positiva y continuada, moderada en el flanco oriental y más vigorosa en el occidental, a partir de la 2ª fase staírica (Tortoniense Superior-Rusciniense) que sustituye en el surco al 3er. piso mediterráneo (Messiniense cuando es en facies marina) por un conjunto fundamentalmente continental y progradante de oeste a este, en facies "rusciniense". Todo dentro de una tectónica de bloques clásica, cuyas líneas estructurales arrumban NE-SO.

2.3. INTERPRETACION PALEOGEOGRAFICA Y EVOLUTIVA

Se hace aquí una síntesis de conceptos vertidos en los dos apartados anteriores, así como de conclusiones sedimentológicas obtenidas en el estudio petrográfico de anhidritas(apartado 5.4).

El tipo y disposición de los materiales postorogénicos del sureste de la Península es consecuencia de la evolución de la cuenca mediterránea durante el Neógeno, tópicamente referida a los tres "pisos mediterráneos" del Mioceno inferior, Mioceno medio y Mioceno terminal (Messiniense) y refleja en su complejidad las variaciones de nivel del Mediterráneo en un contexto de progresiva aridificación climática y movimientos en la vertical que han configurado unas cuencas muy definidas y alineadas geométricamente, pero también muy independientes y cuyo estudio unificado es arriesgado por grande que sea su simultaneidad - y generalidad. De ello es buen testigo la propia complejidad de la escala crono y la necesidad de "localizarla" en cada sector.

Los límites de la cuenca de Lorca son: Al NE Sierra Espuña, al SW Peña Rubia y el Gigante, al NW las estribaciones sur de la Sierra del Madroño; su límite SE - durante el Tortoniense Inferior-Medio (también Tortoniense I) estuvo en conexión con el mar abierto; salvo el relieve emergido de la parte norte de Sierra Tercia.

Durante el Tortoniense II (medio-superior) los límites paleogeográficos son prácticamente los mismos y en él se da la máxima madurez de la cuenca (Fm Mm) que se cierra casi totalmente hacia el final del intervalo por el - progresivo levantamiento del alto fondo que venía siendo - el sector sumergido de la Sierra Tercia. No es descartable que, a favor de un accidente transversal, el actual cauce

del Guadalentín sea el lugar geométrico de la comunicación residual con el mar; en base a la potencia de evaporitas y del estilo general se ha interpretado así en el corte B-B'.

Durante el Messiniense I en la cuenca de Lorca se completa el confinamiento y depósito evaporítico. El Messiniense II viene marcado por el dominio creciente y progradante (Oeste a Este) de una sedimentación continental que proviene del desmantelamiento de los relieves surgentes al Oeste. Es evidente que durante estos dos últimos lapsos el reparto de facies se independiza de los rasgos geográficos anteriores, y así, esta cuenca de Lorca presenta facies muy diferentes a las de su prolongación teórica al NE (Fortuna-Alhama)e,incluso dentro de ella, hacia el norte. Se han señalado con respecto a esto último direcciones de flexura arrumbadas al NNE como rasgo paleogeográfico encauzador, pero dentro del área de estudio no se dispone de datos convincentes al respecto.

Durante el Plioceno los rasgos paleogeográficos se difuminan en una penillanura de recepción que homogeneiza espesores y facies (continentales y detríticas groseras en la cuenca de Lorca).

Desde un punto de vista sedimentológico-ambiental, a partir del Helvetiense Tortoniense I, la cuenca de Lorca funcionó como un medio marino litoral somero que progresivamente se confina hasta devenir durante el Tortoniense II en un "lagoon" s.l.,hasta su definitivo aislamiento durante el Messiniense I en que,desde un medio lagunar evaporítico,derivará en secuencia inversa hasta los glacis pliocuaternarios.

Los depósitos litorales de la cuenca vienen representados por las calcarenitas bioclásticas subrecifales (FR) con abundantes organismos bentónicos: pectínicos, al-

gas, equínidos (clypeaster), ostreas, etc; eventuales colonias de corales "montastrea" y "porites", señalados por su resistencia a los cambios de temperatura y salinidad, parecen apuntar la existencia de estas variaciones. La situación de estos depósitos, como ya se ha señalado, es en los márgenes de los relieves positivos del fondo, asientos naturales de las barreras arrecifales (Sierra Tercia y Peña Rubia).

Los depósitos centrales ocupan el área de subsidencia máxima en que se alcanzan condiciones euxínicas. Así pues entre ellos y en tal zona se encuentran las laminitas preevaporíticas.

Las condiciones anóxicas desaparecen dando comienzo al depósito evaporítico cuya potencia es directamente proporcional a la columna de agua desalada. Es tal esta potencia que difícilmente se entiende sin admitir una entrada restringida y continuada de agua marina, lo que ha llevado a pensar en el portillo del Guadalentín,al menos durante el depósito de las sales cloruradas,como surco principal de este depósito. Contemporáneamente, al W y NW el ambiente recibe influencias continentales que se reflejan en el cambio lateral del depósito a facies detríticas.

La colmatación del surco y la peneplanización continuada (y no conseguida por la constante epirogenia) está representada en la serie margo-limo-areno-conglomerática del Messiniense II y Plioceno. Serie que de alguna manera enlaza con los detritos continentales a que cambian lateralmente las evaporitas según se acaba de señalar.

3.- G E O F I S I C A

3.- GEOFISICA

Como método para identificar en profundidad el techo de la formación evaporítica y su espesor, lo que además de contribuir al conocimiento en profundidad de la cuenca facilitó la correcta implantación de los sondeos, se ha realizado la campaña de geofísica que se describe a continuación.

3.1. JUSTIFICACION DEL METODO (SEV)

De entre los métodos geofísicos que se utilizan en el estudio de cuencas como la que es objeto de este trabajo, el método de sondeos eléctricos verticales no es más exacto que el sísmico pero,si se admite su menor precisión, dado su inferior precio resulta ser el más adecuado para las posibilidades y objetivos del proyecto, siendo abundante la experiencia existente en la investigación de cuencas sedimentarias de todo tipo.

Si la disposición es en estratos horizontales o poco inclinados, como es este caso, se está en las condiciones estructurales más favorables para aplicar el método.

La otra condición indispensable es que haya contraste de resistividad entre el objetivo a localizar y sus confines.

La litología de la zona de estudio es una alternancia de limos, arcillas y margas con algunas arenas, areniscas y conglomerados, encerrando un complejo salino-yesífero.

El objetivo de principio fue determinar la ubicación de un nivel de pizarras bituminosas detectable entre el resto de los terrenos por encontrarse a muro de un ni-

vel de yesos -que luego se halló es de yesos, sal y anhidrita-, cuya resistividad contrasta suficientemente con la de las margas confinantes, y que sirve de nivel guía del techo de la formación bituminosa.

3.2. TRABAJO REALIZADO

El trabajo de campo consistió en la realización de 47 SEV agrupados en 9 perfiles ortogonales a los bordes Sureste y Suroeste de la cuenca para, partiendo de los afloramientos del Sureste, seguir la disposición y cambios litológicos de los niveles más notables.

En cada sondeo se hicieron estaciones abriendo las alas hasta que se alcanzaba el objetivo propuesto o hasta cuando las dificultades, por la topografía accidentada, imposibilitaban continuarlo o provocaban desviaciones de las alas que invalidaban los resultados.

Algunos de los SEV previstos no se pudieron realizar por imposibilidad de acceso a puntos a los que, en principio, parecía posible acceder, mediante Land Rover, con el equipo. Esto ocurre en los extremos más al Noroeste de algunos perfiles, zona que topográficamente es más difícil.

Los valores de apertura que se alcanzaron van desde AB/2 = 500 m, hasta AB/2 = 2500; la distribución de número de sondeos que alcanzó cada apertura se ve en la gráfica de la fig. nº 3.

Mientras se tomaban las lecturas de campo, el operador calculó los valores de resistividad aparente, trazando la curva del SEV; de este modo se obtuvo un primer control de las lecturas anómalas con vistas a repetir las estaciones en que podían esperarse dificultades.

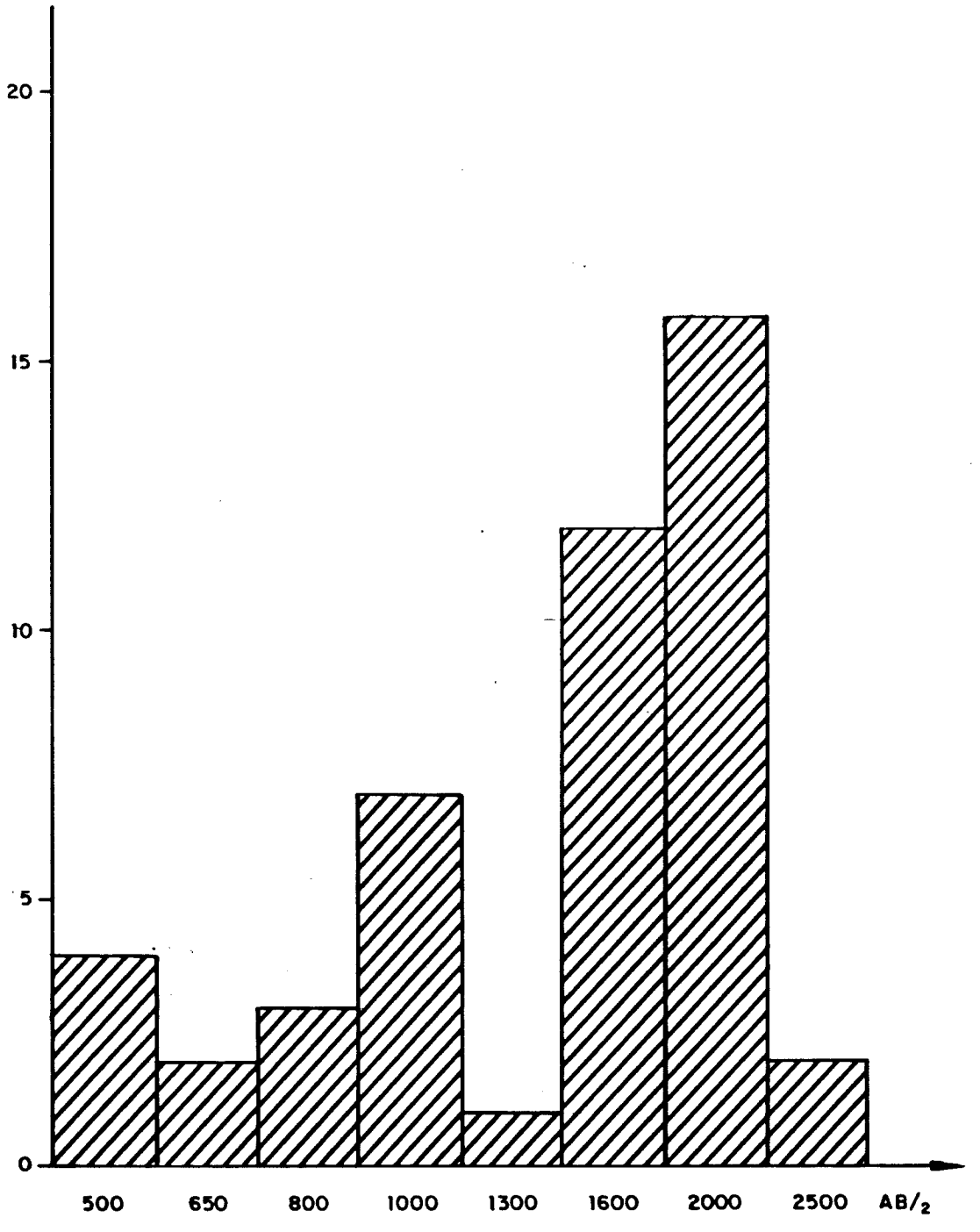


Fig. 3

3.3. ESTUDIO CUALITATIVO DE LOS RESULTADOS. TIPOS DE CURVAS

De modo global se puede decir que las curvas presentan un aspecto general de tipo H, más abiertas cuanto más profundas están las evaporitas, y de tipo Q o H con pequeña subida cuando la sal y yesos no se encuentran. El tramo final es de tipo K si se localiza el sustrato de los tramos evaporíticos, que vuelve a ser de margas más conductoras.

La generalidad de las curvas presentan una resistividad inicial alta, correspondiéndose con niveles detríticos superficiales de poco desarrollo en profundidad, con granulometría grosera y saturados o no en agua.

Desde estos valores de resistividad de 40 a 100 y 200 ohmios.metro las curvas bajan a niveles de 4 a 12 ohmios.metro, resistividades que se corresponden con las litologías margosas o limo-margosas que rellenan la cubeta, apreciándose en este tramo que la bajada no es directa en el caso en que hay intercalaciones más calcáreas o más arenosas, y por tanto de mayor resistividad (ver en la fig. 4 las curvas B-2 y B-3), o cayendo inmediatamente a los valores de resistividad baja que caracterizan a las margas (SEV números 4 y 8 de la misma figura).

El nivel evaporítico se denota por una subida de resistividad en el tramo medio-final de las curvas de SEV, alcanzando valores de ρ_a de 25 a 50 ohmios.metro.

Un caso típico es el de la curva B-6 (ver fig. nº 5) cuyo último tramo corresponde al nivel evaporítico de resistividad en este punto de 50 ohm.m.

En la misma figura, la curva del SEV B-7 no tiene esta subida y baja desde los 10 ohm.m. a 5, dando a

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO		S E V N.º	FECHA

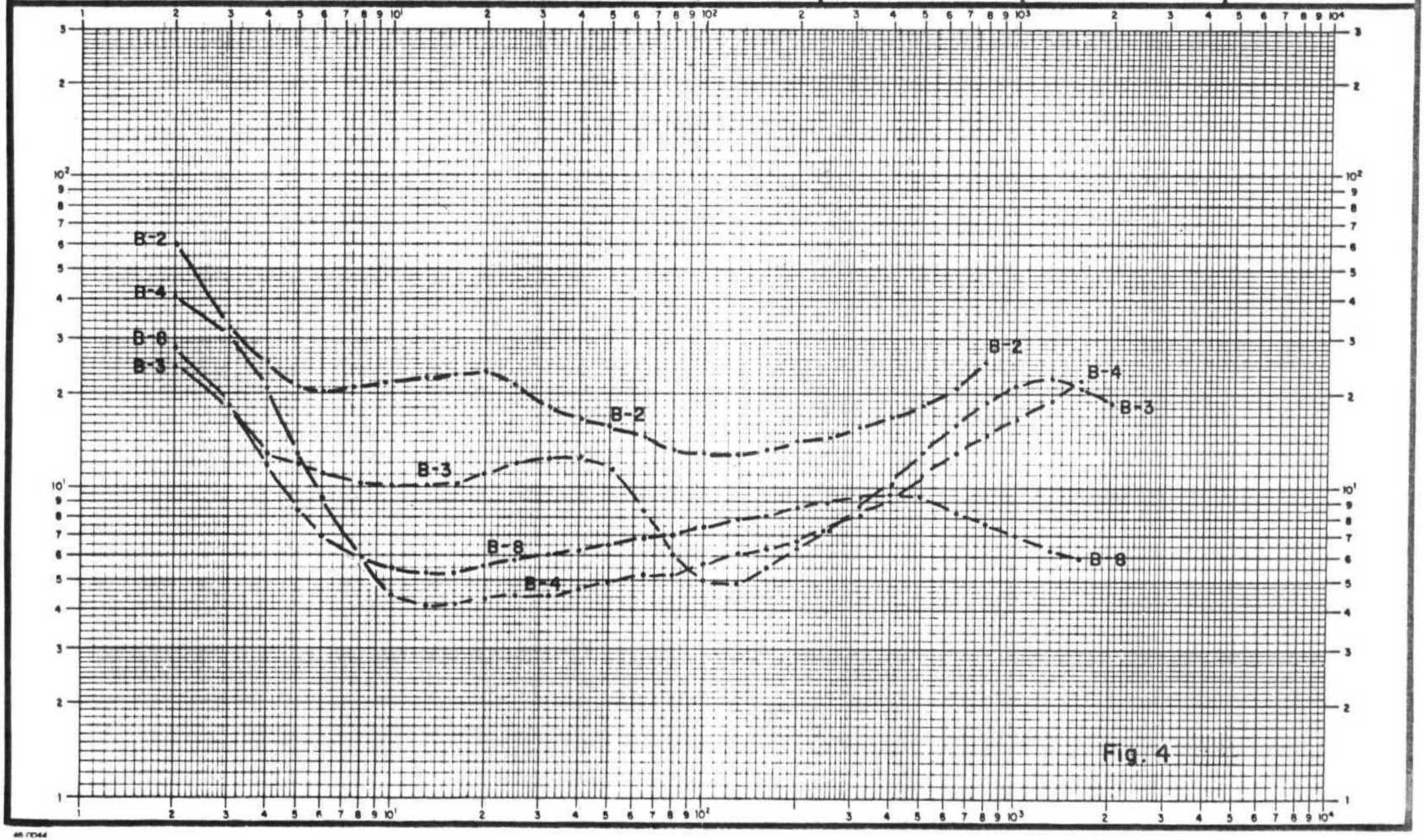


Fig. 4

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO		S E V N.º	FECHA

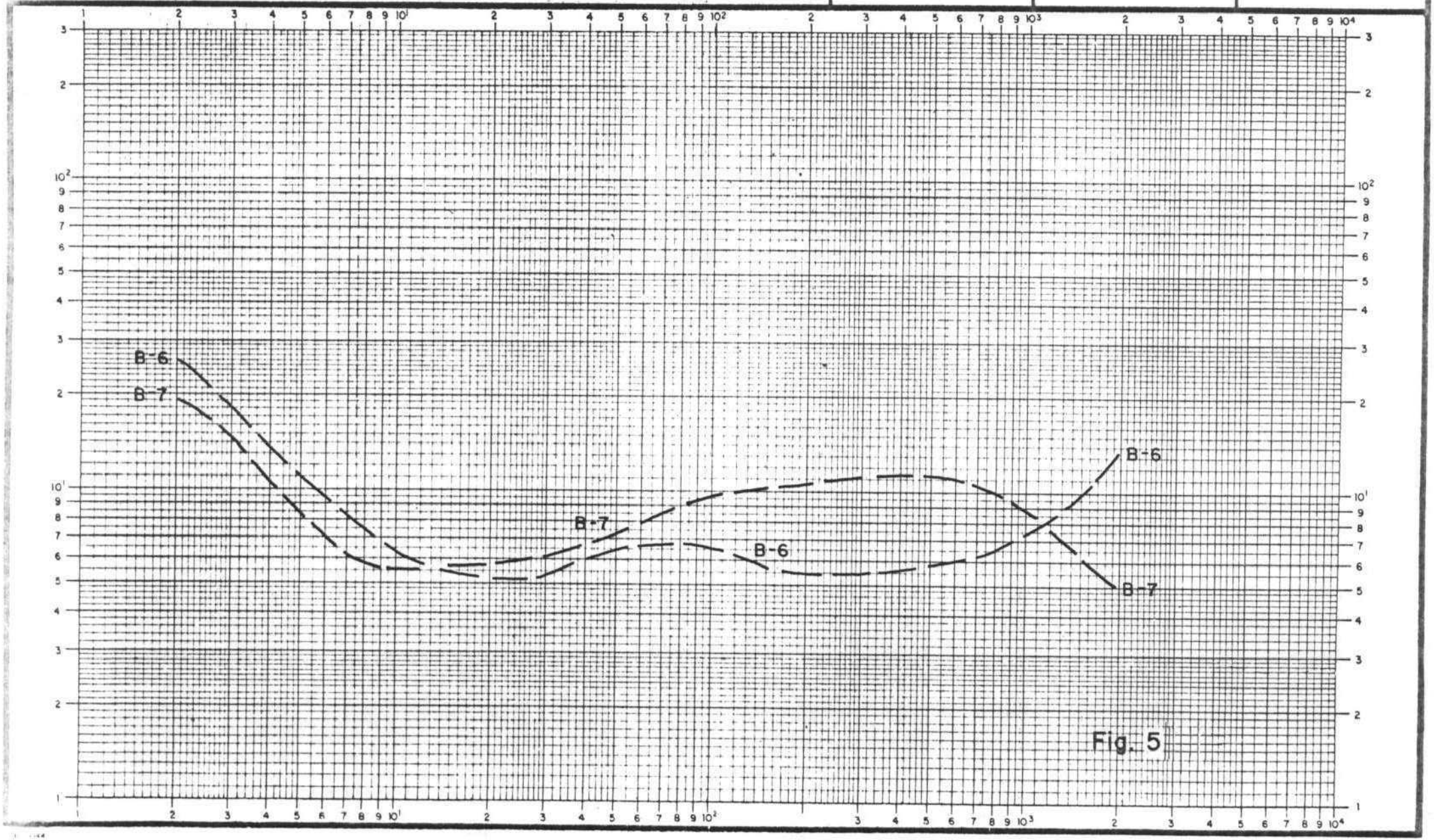


Fig. 5

entender que los niveles de yesos y sal no están presentes aquí.

En la fig. nº 6 hay un grupo de curvas de SEV en que se puede apreciar el desplazamiento hacia mayores profundidades del techo de estos niveles de yesos y sal, - según se ve más a la derecha la cruz correspondiente a la subida de la curva.

Asimismo las curvas A-1 y B-1 muestran una bajada final por contraste con las otras. En la A-1 y B-1 se ha localizado el muro de las evaporitas y hay una caida de resistividad hacia los valores de 5 a 10 ohm.m. que caracterizan a las margas subyacentes, mientras que en las otras el SEV termina dentro de los niveles de yesos y sal, subiendo la curva sin informar sobre su potencia.

3.4. INTERPRETACION CUANTITATIVA DE LAS CURVAS DE SEV.

Las curvas de SEV dibujadas en campo se corrigen de valores anómalos aislados "suavizando los picos". Estos picos y pequeños escalones se deben a malas lecturas que se producen principalmente cuando los valores de tensión son tan bajos que rozan la sensibilidad del voltímetro o si existen pequeños errores en la medición de las distancias AB, cuando hay que sortear obstáculos o desniveles; a intercalaciones o discontinuidades que no tienen entidad - para diferenciarlas como niveles litoeléctricos aislados, a paso de los electrodos sobre afloramientos, a parásitos industriales, etc.

Las curvas suavizadas se interpretan en términos de resistividad real y espesor de cada nivel litoeléctrico individualizable, por superposición con el ábaco de curvas patrón del modelo de dos capas, con ayuda de los - gráficos de Ebert.

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO		S E V N.º	FECHA

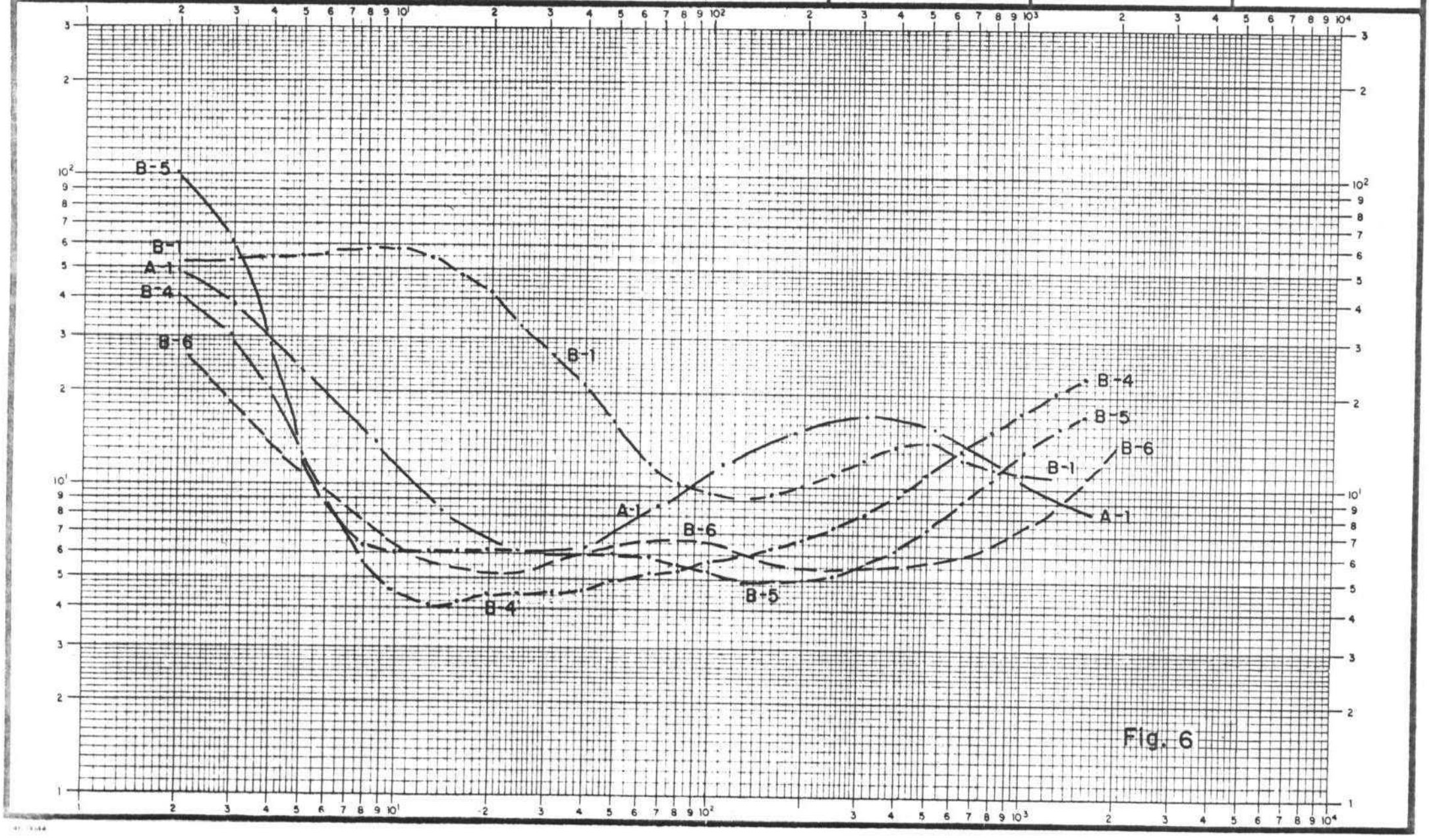


Fig. 6

Para cada corte geoeléctrico así obtenido se genera la curva teórica de respuesta, por un programa desarrollado para la calculadora HP-41 CV, y se comparan las dos curvas. Las pequeñas desviaciones de la curva teórica respecto de la del SEV de campo se corrigen, modificando el modelo interpretativo en el sentido de un mejor ajuste hasta que la coincidencia es satisfactoria, dando este corte como definitivo.

Los niveles litoeléctricos que se han separado son tres, más uno superficial de poca importancia y que ya se comentó en el estudio cualitativo:

- Niveles margoso-detríticos que reposan sobre las evaporitas. Se separa en ellos algún nivel más conductor por más arcilloso, o más resistivo (10-12 ohm.m) por contener mayor proporción de granos gruesos o ser más calcáreo.

- Niveles evaporíticos, que contienen margas y yesos, halita y a veces anhidrita, y que es imposible diferenciar entre sí. Las resistividades oscilan entre los 25 y los 50 ohmios metro, si bien se han encontrado en algunos SEV valores más bajos, hasta 17 ohmios metro, y, en los SEV del perfil C, valores de 10 ohmios metro que no se corresponden con los de los terrenos evaporíticos de la generalidad de la cuenca.

- Niveles margosos subyacentes a las evaporitas. Los valores de resistividad son bajos: de 5 a 10 ohm. m. y en algunos SEV no se alcanzan a detectar, dejando sin definir la potencia de yesos y sal.

En algunos tramos comentados más adelante no se detecta el nivel evaporítico intercalado en las margas.

Las curvas de SEV se incluyen como anexo.

3.4.1. Perfiles geoeléctricos

Una forma usual de presentación de los resultados es el de perfiles geoeléctricos.

Se han realizado 9 perfiles agrupados en el plano nº 4. La escala horizontal es 1:10.000 y la vertical, por dar más claridad,1:5.000. Cada perfil se construye a partir del topográfico, representando cada nivel geoeléctrico por su resistividad y profundidad a escala sobre la vertical de la ubicación de cada SEV.

La correlación lateral entre los SEV de cada perfil conforma el corte geoeléctrico correspondiente.

Se comentan a continuación los resultados que se han obtenido en cada perfil.

Perfil J.- Nada concluyente, pues los dos SEV de que consta solo han detectado margas.

Perfil L.- El primer nivel de margas se hunde hacia el centro de la cuenca, alcanzando profundidades del orden de los 300 m. a la altura del sondeo D-5. En el SEV L-3 la resistividad,un poco más alta (11 ohm.m), se atribuye a un aumento de granulometría.

El nivel subyacente,con resistividades de 18 a 30,se asimila a los yesos y sal, si bien en conjunto los valores,más bajos en promedio que en otros perfiles,hacen dudar al respecto. Quizás se trate de zonas con intercalaciones margosas más importantes.

El tramo final de los sondeos 1 y 3 muestra -

una bajada a 4-7 que puede corresponder al segundo tramo - margoso, si bien la evolución de este nivel no es la usual en la cuenca.

Perfil D.- Si bien en el sondeo D-2 la información es escasa, el nivel con resistividades 17 a 25 se asimila al tramo de yesos y sal, localizándose su techo y muro margoso hasta el punto D-4 con continuidad.

Perfil C.- En las proximidades del SEV C-4 se dio el sondeo mecánico nº 4,que cortó sal compacta y yesos entre 62 y 298 metros de profundidad. En el perfil de resistividades este tramo presenta valores bajos, del orden de 10. Este hecho permite admitir como evaporitas un nivel de similar posición aunque tenga resistividades más bajas de los 25 a 50 con que las facies evaporíticas aparecen - en esta cuenca. Este caso se da en los perfiles N y M que se comentan más adelante.

Perfil B.- Aparece en los SEV 3 a 6 un nivel - de resistividad muy baja (3-5 ohm.m) asimilable a un tramo más arcilloso. El techo de yesos y sal se hunde hasta profundidades del orden de 450 m. en el SEV B-6, no encontrándose el muro al adentrarse en la cuenca más allá del SEV - B-3. Entre el 6 y 7 hay un cambio de litología, pues en los SEV 7 a 9 no se halla el nivel resistivo ni a profundidades mucho mayores de las que deberían tener los yesos y - sal,según el buzamiento que denotan. Se interpreta esto como un acuñamiento que hace desaparecer este tramo evaporítico hacia el borde Noroeste de la cuenca.

Perfil K.- El nivel salino y de yesos no se ha encontrado en el SEV K-4. Sin embargo, la correlación hasta el K-5 puede establecerse. El muro no se detectó.

Hay un nivel o niveles superficiales más resis

tivos que el resto de las margas. En ellas se diferenciaron dos tramos; el más resistivo desaparece entre los SEV 4 y 5 del perfil.

Perfil A.- Desde su afloramiento se sigue el nivel de yesos hasta el sondeo A-5, donde está ya a más de 250 m de profundidad. Su muro solo se encontró en los SEV 1 y 2.

En el punto A-2 se dio el sondeo mecánico nº 5 que encontró un nivel con halita entre los yesos y margas. La profundidad y potencia predicha para los yesos por el SEV A-2 es concordante con el resultado del sondeo mecánico, dentro de los errores admisibles del método SEV.

Perfil N.- Se diferencia un nivel con resistividades de 17 a 20 asimilado a las evaporitas, cuyo muro se ve en los SEV 1, 2 y 6 y que, entre los puntos 6 y 7, desaparece como ocurría en el perfil B. Se interpreta del mismo modo como acuñamiento.

Las resistividades de este nivel son más bajas que las que tiene en otros puntos de la cuenca, lo que establece cierta duda sobre su identificación.

Perfil M.- También aquí, debajo del primer nivel conductivo, sube la resistividad, pero a valores más bajos que los típicos de las evaporitas de esta cuenca. La forma de cuenca ya no es buzante hacia el Noroeste y, como en el perfil N, se levanta tomando la forma de un sinclinal. Aunque en el perfil C se cortaron sal compacta y yesos con valores de resistividad de 10, más bajos incluso que aquí, la continuidad de la serie evaporítica hasta este zona es cuestionable con la única información de estos SEV; sin embargo, los perfiles N y A enlazados comienzan en el afloramiento de yesos del sureste y el nivel se si-

gue con continuidad a lo largo de estos perfiles.

3.4.2. Mapa de isohipsas del tramo evaporítico

Por ser el nivel que mejor se sigue en todo el ámbito de este estudio, se ha trazado un mapa de isohipsas del techo de los terrenos evaporíticos -yesos y sal- como forma más clara de reflejar la geometría de la cuenca. Las isolineas se han trazado cada 50 m, refiriéndolas a cotas absolutas sobre el nivel del mar.

Solo se comentará aquí, pues el gráfico es suficientemente claro, que la cuenca se hunde hacia el N y NO y, después de levantarse en el perfil M, se hunde de nuevo hacia el NE.

Hacia el NO el nivel salino desaparece, según la información de los perfiles B y N, y en ese mismo extremo de los perfiles M y N se observa su levantamiento reflejado asimismo en el mapa de isohipsas.

4.- INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS

4.- INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS

4.1. ANTECEDENTES

La presencia de "pizarras bituminosas" en el área de Lorca es conocida desde el año 1917, en que Horacio Bentabol hace referencia al carácter kerogénico de los sedimentos situados a techo y a muro de los niveles de azufre entonces explotados.

Sin embargo, ninguna investigación se había realizado al respecto hasta el año 1977, en que el IGME acomete una prospección general en el ámbito de la Península Ibérica sobre pizarras bituminosas y, posteriormente, estudios de detalle que corroboran la presencia de dichas rocas, que se extienden a lo largo de una decena de kilómetros, comprendidas en varios niveles de una serie de 50 metros, en el paraje conocido como la Serrata de Lorca, dentro de la Cuenca Neógena de Lorca.

4.2. DESCRIPCION DE LA SERIE BITUMINOSA

Las investigaciones realizadas en los proyectos de detalle en el área de Lorca, mediante cartografía, levantamiento de perfiles litoestratigráficos, apertura de calicatas con medios mecánicos, sondeos con recuperación de testigo continuo, análisis de muestras y correlación de paquetes conteniendo niveles bituminosos, llegaron a la conclusión de que en la Cuenca Terciaria de Lorca existe una serie kerogénica dividida en tramo inferior y tramo superior.

En el tramo inferior existen tres niveles de "pizarras bituminosas" situados a muro de un estrato calizo que contiene azufre. Su espesor no es constante y, según los sectores, los niveles de "paper shale" varían desde pa

sadas centimétricas hasta 10 m como máximo de espesor.

En el tramo superior se distinguen diversos niveles de "pizarras bituminosas" que pueden llegar hasta ocho en el sector occidental y que en general son muy variables en cuanto a extensión y potencia. Este tramo está constituido por una alternancia de margas, niveles de "paper-shale" y areniscas, siendo la potencia media de 45 m.

En el sector occidental los niveles kerogénicos no habían sido reconocidos en profundidad hasta la realización, en el presente proyecto, de sondeos mecánicos.

4.3. SONDEOS

4.3.1. Introduccion

Durante las etapas de investigación efectuadas en el año 1981 se realizaron un total de siete sondeos en La Serrata de Lorca, contabilizándose 731,8 m, distribuidos a lo largo de 8 km.

La investigación mediante sondeos se había realizado solo en el sector oriental y central de La Serrata de Lorca; sin embargo, quedaba el sector occidental, que en principio presentaba un mayor interés por contener el mayor espesor de pizarras bituminosas en superficie aunque, eso sí, totalmente oxidadas por acción de la meteorización sobre la materia orgánica.

Por esta razón se aconsejó en los proyectos anteriores efectuar una nueva campaña de exploración en profundidad para este sector, programándose la ejecución de tres sondeos con profundidad máxima de 150 m, (S-1, S-2 y S-3) y, por otra parte, dos sondeos profundos, situados a

0,8 y 1,6 km al norte de los afloramientos de pizarras bituminosas,de aproximadamente 300 m de profundidad. La finalidad de estos dos últimos sondeos fue comprobar la extensión del yacimiento en profundidad en la dirección del buzamiento, bajo los sedimentos más modernos. Estos sondeos son el S-4 y S-5.

El estudio de los testigos procedentes de los distintos sondeos ha consistido en:

- Levantamiento de la columna litoestratigráfica a escala 1:200.

- Los tramos conteniendo niveles favorables de pizarras bituminosas o rocas laminadas s.l. eran sometidos a una destilación cualitativa (mediante tubo de ensayo y soplete) de forma seriada en intervalos de un metro o menos, con el objeto de delimitar los tramos en que efectuar un análisis cuantitativo de contenido en "crudo", mediante pirólisis en retortas según el método Fischer modificado.

- El testigo en principio favorable se partió por la mitad mediante medios mecánicos, sometiéndolo a un machaqueo para ser enviado como muestra al laboratorio de la E.T.S. de Ingenieros de Minas de Madrid.

- Los resultados de estos análisis se han representado en columna gráfica que se incluye en el plano descriptivo del sondeo correspondiente.

4.3.2. Sondeo S-1 (plano nº 6)

Sondeo vertical de 146,5 m de profundidad. En el levantamiento de la columna litológica se han diferenciado los siguientes tramos:

SERIE DETRITICA INT. (Td)	0 - 49 m.	Limolitas y areniscas con pequeñas pasadas de limolutitas localmente laminadas.
SERIE BITUMINOSA (TB)	49 - 116 m .	Alternancia de limolutitas. niveles de "paper shale", sílex y calizas.
SERIE MARGOSA (Fm Mm)	116 - 146,5 m.	Limolutitas grises masivas.

4.3.3. Sondeo S-2 (plano nº 7)

Sondeo vertical de 98,10 m. de profundidad. En la columna litológica se han diferenciado los siguientes tramos:

SERIE DETRITICA INT. (Tma)	0 - 34 m	Limolutitas
SERIE BITUMINOSA (TB)	34 - 72,5 m	Alternancia de limolutitas, niveles de "paper shale" y bancos de calizas.
SERIE MARGOSA (Fm Mm)	72,50 - 98,10 m	Limolutitas grises masivas.

4.3.4. Sondeo S-3 (plano nº 8)

Sondeo vertical de 150 m de profundidad.
En la columna se han diferenciado los siguientes tramos:

SERIE DETRITICA INT. (Tma)	0 - 31 m.	Margas
SERIE BITUMINOSA (TB)	31 - 68 m:	Alternancia de margas, niveles de "paper shale", e intercalación de yesos y calizas.
CALCARENITAS SUBREGIONALES (FR)	68 - 150 m.	Alternancia de margas, calizas y calcarenitas.

4.3.5. Sondeo S-4 (plano nº 9)

Sondeo vertical de 300,25 m. de profundidad.
En la columna se han diferenciado los siguientes tramos:

FOMACION DETRITICA SUPERIOR (FDS 1.mar)	0 - 40 m.	Arcillas, limolitas y niveles de areniscas.
FORMACION EVAPORITICA (Ev)	40 - 63 m. 63 - 298 m	Yesos y arcillas Sal sódica (halita) que varía entre un 75 y un 90%; niveles de anhidrita y arcillas en la proporción restante.
SERIE DETRITICA INT. (Tma)	298 O 300,25 m	Limolitas y margas.

4.3.6. Sondeo S-5 (plano nº 10)

Sondeo vertical de 301,80 m de profundidad. En la columna se han diferenciado los siguientes tramos:

FORMACION DETRITICA SUPERIOR (FDS 1.-mar)	0 - 44 m.	Arcillas, limos y niveles de areniscas.
FORMACION EVAPORITICA (Ev)	44 - 112 m	Alternancias de yesos y limolutitas.
	112 - 161 m	Halita con intercalaciones de anhidrita y limolutita que no alcanzan el 15%.
SERIE DETRITICA INT. (Tma≃Td)	161 - 206 m	Limolutitas
SERIE BITUMINOSA (TB)	206 - 258 m	Limolutitas laminadas
SERIE MARGOSA (Fm Mm)	258 - 301 m	Alternancia de margocalizas y limolutitas

Con todos estos datos y ayudados por los obtenidos en proyectos anteriores, se ha confeccionado un plano de correlación litológica entre los sondeos nº 1, 2 y 3 - (plano nº 5), en el que se han incluido de forma gráfica - los contenidos de crudo obtenidos en las muestras de pizarras bituminosas.

Con los sondeos nº 4 y 5, que no han interceptado niveles de "paper shale" aunque sí la formación bituminosa el sondeo S-5, se han confeccionado dos cortes(pla

no nº 2) en donde se correlacionan las distintas formaciones atravesadas con las aflorantes en superficie.

En ambos sondeos se ha atravesado dentro de la formación evaporítica un potente tramo salino formado esencialmente por halita. En un capítulo posterior se expone -- la investigación efectuada de dichas evaporitas.

4.4. VALORACION DE LOS RECURSOS BITUMINOSOS

Para la estimación de los recursos bituminosos se han tenido en cuenta tan solo los tramos no meteorizados procedentes de los sondeos, tanto de ésta como de las anteriores campañas, cuyo análisis cuantitativo ha sido superior a 20 litros/t (mínimo para considerar técnicamente bituminosa una unidad).

Los datos procedentes de afloramiento no se - consideran debido a la meteorización que reduce o anula el contenido bituminoso.

No existen niveles individualizados con continuidad suficiente como para realizar el cálculo de reservas nivel a nivel; por ello se ha acudido a acumular los tramos intersectados por cada sondeo asignándoles su ley media ponderada (cuadro nº 1 columna 6ª).

Para extender lateralmente los valores así obtenidos se estima que su influencia alcanza hasta la mitad de la distancia con el siguiente sondeo considerado, suponiendoles a todos alineados paralelamente al afloramiento (cuadro nº 1 columna 5) lo que prácticamente sucede. Resulta - así un valor de influencia que se expresa en la columna 1ª del cuadro nº 2 y cuya suma, 11.550 m, es la longitud del - elemento planar que se cubica.

C U A D R O - 1

SONDEOS (DE E A W)	1ª NIVEL (PROF.)	2ª POTENCIA APARENTE	3ª BUZAMIENTO cos β	4ª CONTENIDO	5ª LONGITUD DE INFLUE.	6ª POT. ACUMUL. CONT. POND.	7ª m.l. POND. (POT. ACUMU. x CONT. POND.)
L-2	47,30	0,7	9º/0,99	23 l/t	1.150 + 1.150	0,69/23	15,87
L-4	84,0 89,70 93,60	1,3 0,9 1,2	8º/0,99	20 " 25 " 20 "	1.150 + 650	3,36/21.32	71,63
L-1	107,10 110,60	1,1 1,9	15º/0,96	30 " 25 "	650 + 2.600	2,88/26,83	77,27
L-3	105	2,0	30º/0,86	23 "	2.600 + 700	1,72/23	39,56
S-1	49,70 88,05 100,30 108,50 109,40	1,0 0,75 1,20 0,90 0,70	35º/0,82	20 " 24 " 20 " 22 " 20 "	700 + 200 Σ Li=11.550	3,73/21.05	78.51

C_U_A_D_R_O_=_2

SONDEOS	1ª L. INFLUENCIA (l.i)	2ª POT. ACUMU. x l.i.	3ª CONT. POND. x l.i.
L-2	2.300	1.587	52.900
L-4	1.800	6.048	38.376
L-1	3.250	9.360	87.197,5
L-3	3.300	5.675	75.900
S-1	900	3.357	18.945
	Σ_1=11.550	Σ_2=26.028	Σ_3=273.318,5

a) * Espesor acumulado medio (ponderado linealmente) Σ_2/Σ_1 = 2.25 m

b) * Contenido ponderado medio (ponderado linealmente) Σ_3/Σ_1 = 23.66 litros/t

La potencia real acumulada media de los tramos bituminosos es, por tanto, de 2,25 m y el contenido medio en bitumen de 23,66 l/t (cuadro nº 2).

Para establecer los recursos del área considerada falta por definir la anchura del elemento planar, la cual se ha establecido por la distancia media entre el afloramiento y la semidistancia entre la línea de sondeos positivos y los sondeos S-4 y S-5.

La posible extensión de estos recursos bajo el sondeo S-4, interrumpido al alcanzar la profundidad prevista sin cortar la formación bituminosa, tras atravesar una inesperada y muy potente formación salina, está por verificar. No es el caso del S-5, donde la formación favorable ha dado un contenido en bitumen despreciable.

La anchura media del nivel favorable, considerado el buzamiento medio de las capas (20º), es de 620 m.

Resulta así, que para unas dimensiones de 11.550 m de longitud, 620 m de anchura y 2,25 m depotencia real acumulada el volumen es de 16.112.000 m^3. Para una densidad estimada 2, se obtiene un total de 32,225 Mt de recursos indicados, con un contenido medio de 23,66 l/t.

Considerando los datos de los 5 sondeos positivos, y sin tener en cuenta el área de influencia de cada sondeo, se tienen los siguientes valores:

SONDEO	POT. AC. APARENTE (m)	CONTENIDO MEDIO (l/t)
L-2	0,7	23
L-4	3,4	21,32
L-1	3	26,83
L-3	2	23
S-1	4,55	21,05

De donde:

espesor aparente medio: $\bar{e}_a = 2,73 \pm 1,3$

$\sigma = 1,45$

$\varepsilon_r = 24\%$

contenido medio: $Cm = 23,04 \pm 2,06$

$\sigma = 2,30$

$\varepsilon_r = 4\%$

La proyección horizontal de los horizontes bituminosos considerados para la estimación de recursos es de 6,73 Km^2, por lo que, dada una densidad de 2, los recursos estimados en el área considerada, con un 95% de probabilidad, ascienden a $36,74 \pm 17,50$ Mt., con un contenido medio en crudo de $23,04 \pm 2,06$ l/t.

5.- TESTIFICACION GEOFISICA

5.- TESTIFICACION GEOFISICA

La aplicación de los registros realizados en sondeos es una técnica que, heredada y adaptada de la prospección petrolera, se ha ido incorporando progresivamente a la investigación minera hasta llegar a ser herramienta de rutina en la prospección de recursos energéticos.

En el caso del presente proyecto se consideró conveniente su empleo con el fin de calibrar su capacidad de resolución en la detección de pizarras bituminosas; también se ha buscado la respuesta a la secuencia litológica tópica de la cuenca por si pudiera servir como herramienta sustitutoria a la recuperación de testigo, conservando capacidad para la interpretación geológica.

El programa de trabajo para el problema planteado en este caso exige el empleo conjunto de los siguientes registros: resistividad y/o resistencia, potencial espontáneo (SP), radiación gamma natural (GR) y densidad, complementado este último con el"caliper"que registra las variaciones del diámetro del sondeo.

De forma esquemática,en la figura 7 se indica cualitativamente el modo de variación de los parámetros fundamentales obtenidos con el programa de registros propuesto. En la hipótesis de que el sistema de toma de datos funcione correctamente, la capacidad resolutiva del conjunto de datos que se obtienen es manifiesta, considerando en primer lugar como herramienta de excepción el registro de densidad,ante la influencia de la presencia de materia orgánica en las margas bituminosas.

Desgraciadamente en este caso existen en los registros un número de irregularidades que obligan a suponer objetivamente que el equipo no se utilizó en condiciones op-

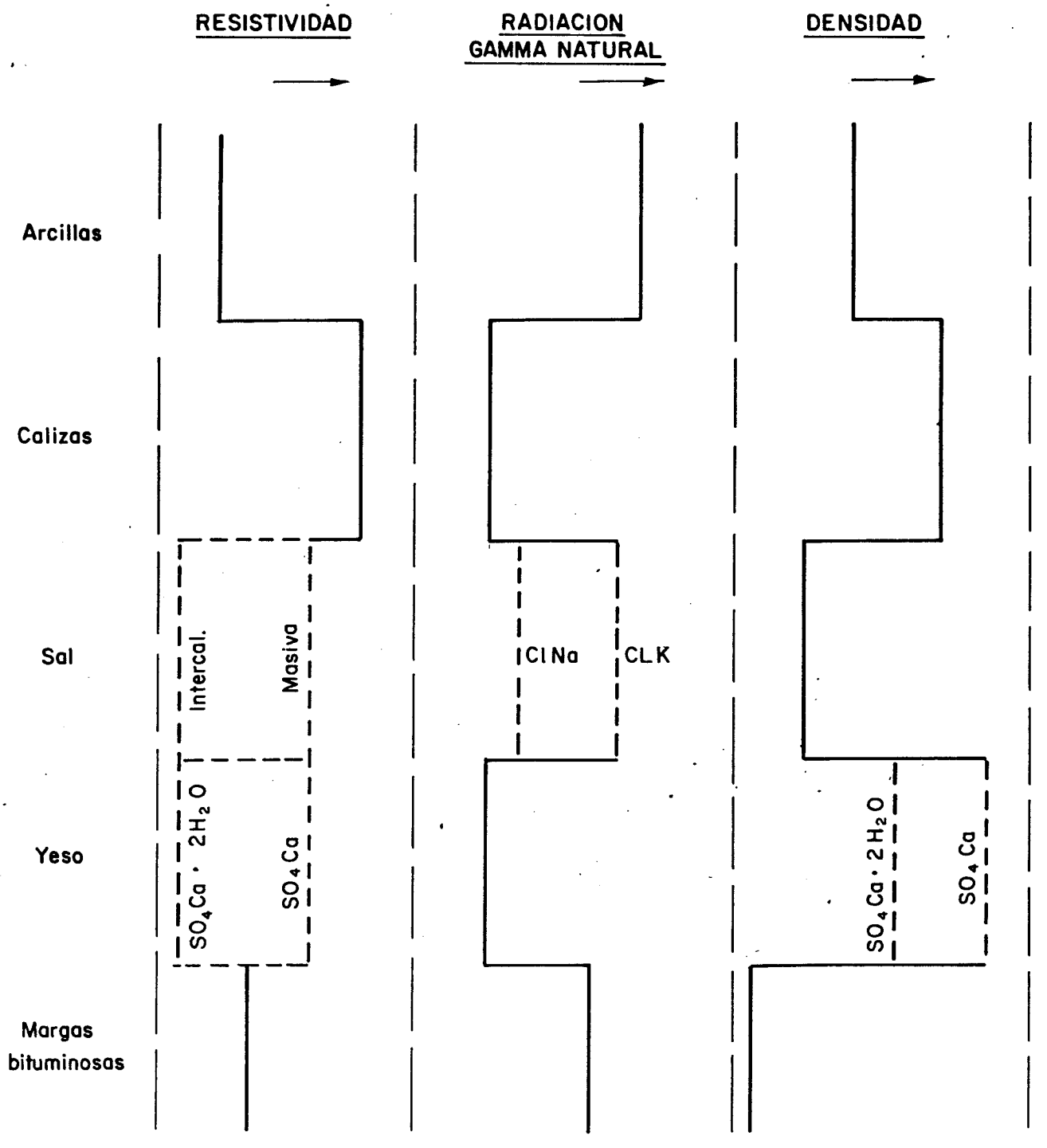


Fig. 7.- RESPUESTA TIPICA DE LAS UNIDADES LITOLOGICAS PRESENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO

timas. Se comentarán cada uno de los sondeos señalando todos los aspectos destacables de los registros obtenidos sobre ellos.

5.1. SONDEO 1.

Unicamente pudieron obtenerse los siguientes registros: Resistencia, GR, SP y resistividad a dos espaciados. Complementariamente se registró un log de temperatura que no hace al caso.

El intervalo medido fue de 0 a 143 metros.

Salvo en los logs de resistividad, puede decirse que el aspecto general de los registros es correcto. - Ahora bien en estos últimos se aprecian las siguientes - irregularidades:

a) Escasa, por no decir nula, correlación entre los dos, de diferente espaciado.

b) Existencia de zonas de lectura saturada, como el intervalo 82-84,5 m del registro de mayor espaciado.

c) Ausencia de resolución vertical a partir - de 115 m, cuando la descripción litológica de los sondeos y el log de GR indican la presencia de diversas capas.

d) El log de resistencia, por su carácter focalizado, debería presentar un aspecto menos plano. Además - su correspondencia con los de resistividad es muy pobre - (obsérvense los picos situados a 103, 111,5 y 125 m).

e) Dentro del tramo 98-104 metros la resolución del log de espaciado largo es sensiblemente más alta que la del dispositivo más focalizado, lo que no es lógico.

En conclusión, utilidad nula en este caso (ver

plano 11).

f) Apariencia "manual" del registro con retrocesos de profundidad.

5.2. SONDEO 2.

Se registró el intervalo de 23 a 98 metros midiéndose resistividad con doble espaciado (AM = 0,4 m y AM = 1,6 m) y potencial espontáneo.

El log de resistividad de espaciado corto ofrece en principio una buena resolución vertical y en base a él podrían identificarse algunas capas. Sin embargo la obligada comparación con el registro de AM = 1,6 metros hace dudar de la fiabilidad de uno y otro y de ambos a la vez por las razones siguientes:

a) Mientras el más focalizado presenta una zona relativamente resistiva en el intervalo de 37 a 44 metros, el registro de espaciado largo no ve nada en ese tramo.

b) La capa resistiva situada entre 66-68 metros en el registro de 0,40 no se ve en el de 1,60, sino más bien casi se corresponde con un mínimo muy acusado de difícil comprensión.

c) A partir de 70 metros, el registro de 1,6 m da la sensación de mal funcionamiento, sin ninguna resolución.

d) Algo análogo sucede con el SP en los primeros 45 metros, donde no diferencia ninguna capa, mientras que el registro de resistividad de espaciado corto muestra en esa zona contrastes acusados.

Considerados en conjunto todos estos registros no permiten realizar ninguna interpretación coherente.

5.3. SONDEO 3.

Se empleó el mismo programa que en el sondeo anterior añadiendo el registro de temperatura y midiéndose entre 0 y 145 metros.

No vale la pena extenderse en comentarios sobre los resultados ya que en líneas generales siguen observándose errores análogos a los comentados para el sondeo 2:

Ausencia de correspondencia entre los picos de los dos registros de resistividad, grandes tramos planos en las curvas cuando la columna del sondeo manifiesta la presencia de capas diferenciables, etc.

El log de SP, a partir de 62 metros, presenta una inflexión acusada que no tiene ninguna correspondencia con cambios litológicos y que tampoco se da en el mismo parámetro en otros sondeos. En consecuencia se puede pensar razonablemente que sea debido a un error instrumental u operacional.

Los picos resistivos del registro de resistividad de menor espaciado corresponden con tramos calizos y en este sentido la utilidad del registro es clara.

5.4. SONDEO 4.

Sobre él se ha realizado el programa más completo, incluyendo los siguientes registros: SP, GR, resistividad con doble espaciado, gamma-gamma, neutrón y "caliper".

El primer rasgo a destacar es la saturación de las lecturas del "caliper" indicando las malas condiciones del pozo de cara a la ejecución de registros de densidad. A la vista de este log y sin necesidad de entrar en otras consideraciones, resulta muy dudosa la información que puedan proporcionar el gamma-gamma y el neutrón.

Del conjunto de los logs se puede diferenciar el tramo comprendido entre 30 y 110 metros, sobre el que se ha realizado la interpretación incluida con los registros en el plano 14.

A partir de 130 metros los registros eléctricos pierden todo carácter, tanto más si se observa el rizado del espaciado largo, mientras que el de mayor focalización es más plano. Debería suceder todo lo contrario.

5.5. SONDEO 5.

Por dificultades operativas resultó imposible el registro de los logs de resistividad entre 160 y 292 metros. Las lecturas de γ-γ, Neutron, "caliper", SP y temperatura se realizaron sin ningún problema a lo largo de toda la sección.

Dentro del tramo registrado la correspondencia entre las curvas de resistividad obtenidas es muy buena y éstas definen una sección claramente arcillosa con posibles niveles calcáreos alrededor de 85 y 108 metros. A partir de 112-114 metros parece detectarse la presencia de un paquete salino, a tenor del caliper, que llegaría hasta 153 metros. Se continua a mayor profundidad con alternancias arcillosas.

En conjunto, la calidad de los registros en este sondeo es mucho más alta que la de los pozos anteriores, lo que de alguna manera apunta hacia una desigual operatividad del equipo.

Secundariamente se pueden considerar los registros de temperatura en los que se observa, por ejemplo en el del sondeo 5, un cambio en el sentido del gradiente. Atribuimos esta circunstancia a la presencia de la formación evaporítica que,por sus elevados valores de transmisividad térmica,provoca una distribución anómala del flujo calorífico en su entorno.

En conjunto, queda muy limitada la utilidad del trabajo realizado por la irregularidad de los registros obtenidos en la mayoría de los sondeos. En consecuencia no han podido aprovecharse las posibilidades de la testificación geofísica en este caso concreto a pesar de que, como se ha escrito al principio, la valoración cuantitativa de rocas bituminosas con esta técnica es una de sus aplicaciones más clásicas y resueltas.

6.- ESTUDIO MINERALOGICO, PETROGRAFICO E INTERPRETACION SEDIMENTOLOGICA DE TRAMOS SALINOS DE LOS SONDEOS LORCA-4 Y LORCA-5

6.- ESTUDIO MINERALOGICO, PETROGRAFICO E INTERPRETACION SEDIMENTOLOGICA DE TRAMOS SALINOS DE LOS SONDEOS LORCA-4 Y LORCA-5.

6.1. INTRODUCCION

Durante la ejecución de los sondeos S-4 y S-5 de la campaña de 1982 se intersectó una formación de sales cloruradas (fundamentalmente halita) en potencias de 235 y 49 metros respectivamente. Con el fin de indagar la posible existencia de sales potásicas, las calidades de las sódicas y el modelo de cuenca evaporítica, se remitieron 15 muestras a D. S. Ordoñez y Dª M.A. Garcia del Cura del Departamento de Petrología de la Facultad de Geológicas de la U.C.M.

La nomenclatura de las muestras y su situación en los diferentes sondeos quedan reflejados en el Cuadro 3.

Las técnicas utilizadas han sido:

a) Estudio a la mesoescala de las secciones obtenidas mediante el corte longitudinal de los testigos.

b) Preparaciones microscópicas obtenidas mediante el pulido en petróleo.

c) Estudio mediante difracción de rayos X.

6.2. DESCRIPCION DE LOS MATERIALES

Las facies observadas en las muestras son:

Secuencia inferior, constituida por rocas bandeadas anhidrítico-halíticas-carbonáticas.

Niveles de halititas de diversa tipología.

- CUADRO Nº 3 -

LORCA 4

Nº MUESTRA	INTERVALO	DESCRIPCION
1	42.00-43.00	Alternancia de yesos y arcillas.
4	62.70-64,70	Sal superior.
15	67,70-68,70	Alternancia de sal y nivelillos de arcillas.
2	83,25-84,25	Arcillas
14	90,80-91,80	Sal y margas
3	91,80-92,70	Arcillas
10	200,00-201,00	Sal
11	241,00-242,00	Sal
12	249,00-250,00	Sal
5	291,75-294,75	Transición de la sal a lutitas del muro.

LORCA 5

6	69,10-70,10	Paso de margas del techo a yeso.
7	113,15-114,15	Paso del yeso del techo a la sal.
13	116,25-117,25	Sal del techo del tramo
8	137,55-138,55	Sal del centro del tramo
9	158,20-159,20	Paso de la sal al muro lutítico.

.....

Niveles superiores yesíferos o anhidríticos-yesíferos. En el sondeo Lorca-4 aparecen niveles de arcilla que presentan gran abundancia de cristales euhedrales de halita.

6.2.1. Facies bandeadas anhidrítico-halítico-carbonáticas.

Este tipo de facies está formado por niveles milimétricos-centimétricos que se alternan sucesivamente. Dichos niveles están constituidos por anhidrita con cantidades variables de dolomita ($<$ 20%), calcedonia y cuarzo idiomorfo. Existen otros niveles formados por halita con proporciones altas de anhidrita, carbonatos y cuarzo. Por último, los niveles más dolomíticos presentan cantidades importantes de cuarzo y en menor proporción filosilicatos. En una muestra se han identificado foraminíferos, tanto enteros como fracturados.

6.2.2. Halititas

En todas ellas la halita se presenta en cantidades superiores al 80%. Se trata de halita singenética (oscura) con gran abundancia de inclusiones en las superficies de crecimiento de los cristales, así como en las zonas de defectos y discontinuidades reticulares. La morfología de los cristales se observa muy bien a la mesoescala, ya que a la microescala unicamente pequeñas estructuras "chevron" pueden ser observadas como inclusiones en el seno de cristales anhedrales de halita. La halita diagenética clara es poco común.

A la mesoescala se han podido diferenciar dos tipos fundamentales de halita: una "chevron shaped lineations" (CSL) formada por estructuras "chevron" que constituyen columnas apuntando hacia el techo de la serie, y --

otra "horizontal lineation" (HL), en la que las sucesivas líneas de crecimiento se disponen paralelas a la estratificación. Las estructuras (CSL) pueden estar caidas o inclinadas. En posición intersticial y en las discontinuidades de crecimiento y cristalográficas aparecen inclusiones de dolomicrita, e incluso micrita. A veces los carbonatos, con un aspecto glomerulotópico, se concentran en determinados niveles. Aunque raras, aparecen inclusiones de anhidrita y cantidades menores de otros minerales aciculares y lenticulares de difícil identificación y que solo un estudio más profundo (microscopio electrónico de barrido microsonda) podía resolver su naturaleza, pues resulta inalcanzable a la difracción de rayos X sobre polvo.

En los niveles arcillosos de naturaleza fundamentalmente illítico-esmectítica, hemos podido identificar cristales esqueléticos de halita de tamaño hasta 10 cms, son los "displacive skeletal halite cubes" (DH) comunmente citados en la bibliografia.

6.2.3. Niveles yesíferos o anhidrítico-yesíferos superiores

En ellos hemos identificado anhidrita muy heterogranular alternando con bandas dolomicríticas, aunque realmente en el conjunto predomina bastante el mineral anhidrita, parcialmente yesificada.

Los niveles más altos de ambos sondeos están formados por yeso alabastrino del tipo mosáico mesocristalino con sus individuos mostrando extinción uniforme. Junto con este tipo, aparece yeso fibroso con sus fibras normales a la estratificación, aspecto éste relacionado con la disolución selectiva de niveles más solubles (halita ?) y cementación de la cavidad por yeso.

En el yeso alabastrino son frecuentes las in-

clusiones de anhidrita, así como la presencia de un bandeado difuso y deformado definido por carbonatos microcristalinos.

6.3. INTERPRETACION MINERALOGENETICA

Se supone que, en cierta manera, la parte superior de los sondeos, como es usual en series evaporíticas, ha sufrido un proceso de retrodiagénesis relacionado con su emersión que, en gran parte, borra las estructuras y paragénesis singenéticas y/o diagenéticas; por esta causa la atención se centra sobre los niveles de rocas bandeadas anhidrítico-dolomítico-halíticas y en las halititas.

Los niveles bandeados suponen en realidad un "precursor" donde todavía predominan los términos carbonáticos-anhidríticos, con respecto a los niveles de halititas en los cuales este bandeado desaparece y solo de vez en cuando y de una manera testimonial "fosiliza" superficies de crecimiento de los cristales de halita.

La interpretación de una estructura rítmica es siempre problemática, hablando en sentido estricto; realmente los niveles carbonáticos representan momentos estacionales de endulzamiento de las aguas; la presencia de fauna así lo atestigua. Los niveles de anhidrita, a veces criptocristalina, y de halita, reflejan momentos de salinidad creciente, sin que un régimen evaporítico llegue a instalarse definitivamente. Posiblemente en la superficie de las aguas se alcanza la saturación en fases salinas (yeso-anhidrita y/o halita), pero en gran parte se redisuelven a medida que caen sobre el fondo, donde unos pocos núcleos cristalinos pueden recrecerse, tanto por la mayor concentración de las aguas en las proximidades del fondo, como por la propia naturaleza de las que empapan el sedimento; así se han encontrado estructuras desplazativas en halita

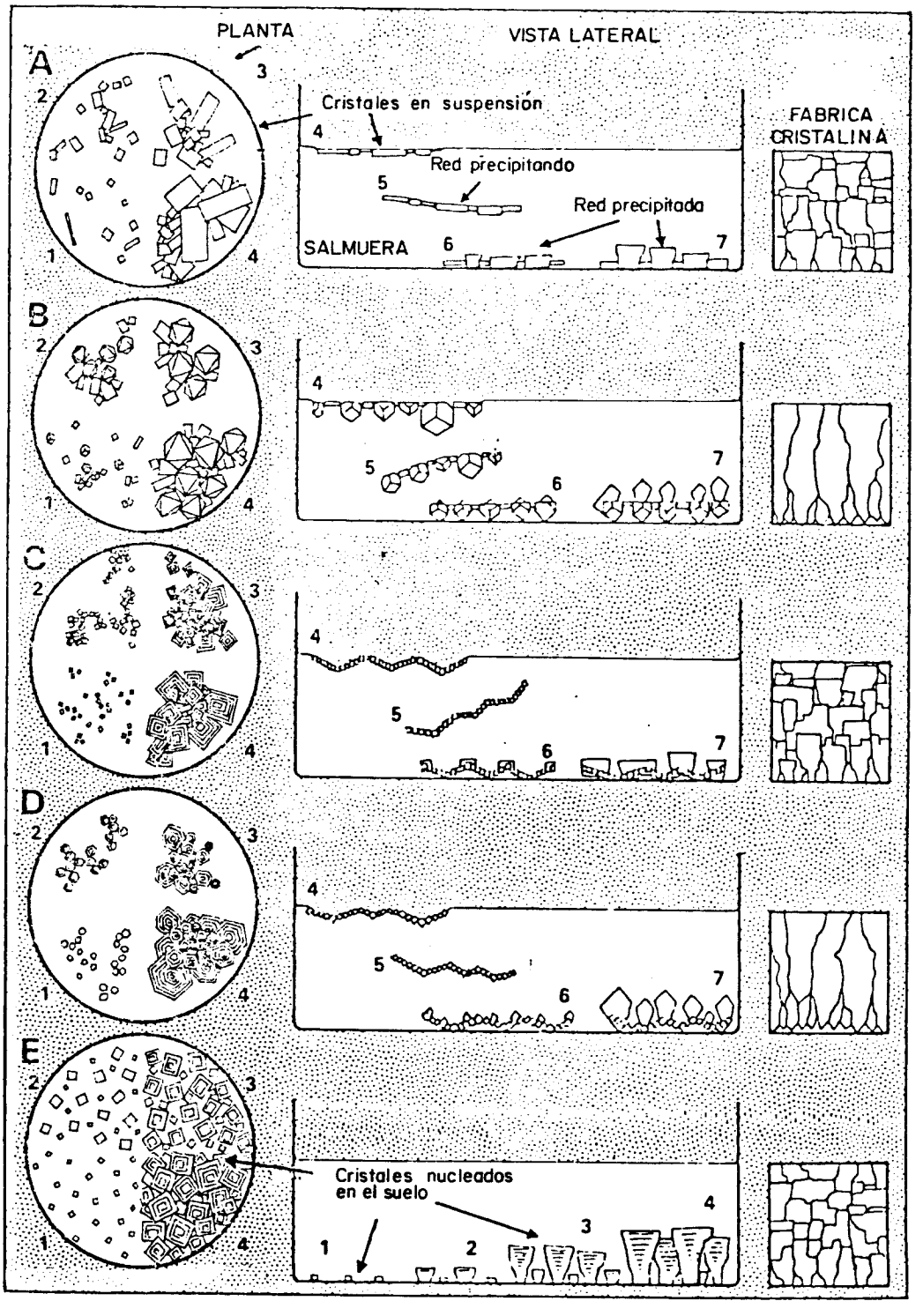


Fig.-8. ETAPAS EN EL CRECIMIENTO DE CONJUNTOS CRISTALINOS DE HALITA:- A- D: Nucleación en superficie. Aprox. 3 aumentos

E: Nucleación en el suelo. Aprox. 1,5 aumentos

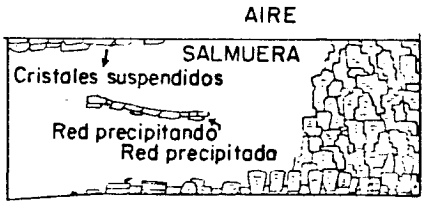
en el seno de niveles bandeados.

Uno de los procesos diagenéticos más interesantes es la dolomitización de un posible carbonato precursor presumiblemente calcita, de alto contenido en magnesio -- (HMC) y la génesis de una variada tipología de cuarzos -- idiomorfos y cuarzos fibrosos (calcedonia); lo que refleja una gran riqueza de sílice en el medio, con relaciones importantes con el pH.

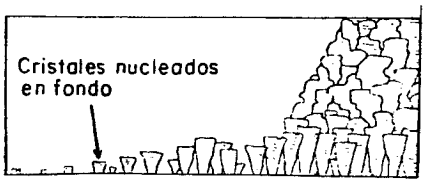
Las texturas de la halita suministran una preciosa información acerca del tipo de medio. Así la textura (CSL) dominante se genera, según el modelo experimental de ARTHURTON (1973), a partir de cadenas de cristales flotantes ("hopper" piramidal) que caen sobre el fondo de una manera ordenada y constituyen el soporte de crecimiento competitivo en la vertical. La otra textura (HL) no implica - cristales flotantes y únicamente en el fondo de la cuenca se nuclean cristales aislados, que crecen independientemente unos de otros con la superficie de crecimiento paralela a la de estratificación.

En cuanto a la textura (DH) debe señalarse que: cuando sobre el fondo existen salmueras calientes casi saturadas en halita (llegando incluso en la interfase sedimento-salmuera a estar saturadas en halita), sobre los minúsculos núcleos que se forman de este mineral crecen cristales en el seno del sedimento. Al ser la difusibilidad iónica muy baja y la velocidad de crecimiento relativamente rápida el resultado es la génesis de un cristal esquelético ("hopper" cúbico).

Los niveles detríticos representan entradas - episódicas en la cuenca, posiblemente a partir de siste-- mas de alimentación fluviales y a través de mecanismos de

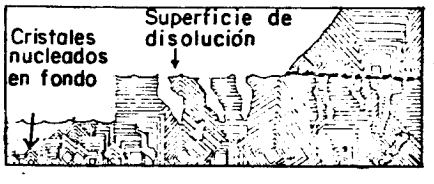


(1) Empalizadas precipitadas de cristales (en alineación horizontal), con recrecimientos desde el fondo. Según Arthurton (1973).

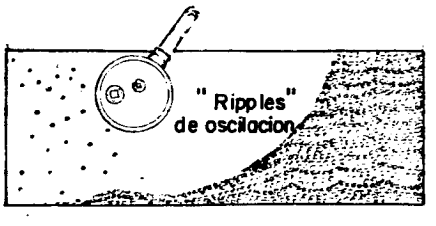


(2) Cristales, nucleados en fondo, creciendo; Sección vertical similar a (1). La lineación horizontal dentro de los cristales indica superficies sucesivas de crecimiento, formada por inclusiones fluidas. Según Arthurton (1973).

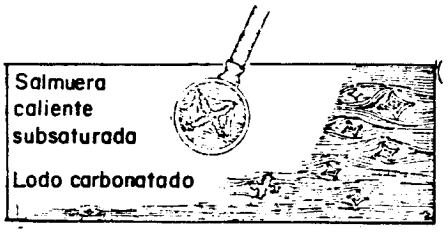
(3) Empalizadas de cristales de halita que adoptan orientaciones de esquina o al azar. Aspecto "chevron desplegado" en las lineaciones, ocasionado por superficies de crecimiento orientadas por la arista.



(4) Cristales nucleados en fondo, creciendo "in situ" y con cristales nucleadores orientados al azar o según esquinas; las lineaciones de crecimiento tipo "chevron" son similares a (3). Ciclos de precipitación y disolución seguidos por reconcentración causan superficies repetidas de erosión. De Shearman (1971-78).



(5) Ooides de halita (halolitos) desarrollados en salmueras saturadas bajo alta energía y condiciones de turbulencia. Los ooides forman "ripples" de oscilación y otras formas deposicionales de alta energía. De Weiler et al (1974).



(6) Cubos de halita en esqueleto desplazante formados dentro del sedimento de fondo. Aguas de fondo saturadas, densas y calientes se movilizan dentro del sedimento y devienen sobresaturadas, ocurriendo el crecimiento de halita de morfología esqueletal.

INICIACION → CRECIMIENTO CONTINUO

Fig.- 9. FACIES INHERENTES A VARIOS MODOS DE CRECIMIENTO O EMPLAZAMIENTO DE HALITA

Figuras modificadas a partir de esquemas de Arthurton y Shearman (1970-78) y Weiler et al (1974) por V.M. Gornitz & B.C. Schreiber (1981).

corriente de alta densidad; ya que en estos casos, donde las salmueras pueden alcanzar densidades de 1,1-1,2, la - fracción detrítica en suspensión es extraordinariamente - abundante en relación con el componente detrítico tractivo. Esta interpretación es una aproximación, ya que se carece de datos para poder concretar más. Quizás un estudio de la orientación y microestructura de los filosilicatos - podría arrojar luz acerca de la presencia de mecanismos de floculación o decantación como causantes del depósito.

6.4. MODELO SEDIMENTOLOGICO

Es difícil, a la vista de los datos obtenidos, sacar conclusiones acerca del modelo sedimentológico en el cual incluir la cuenca. Como cuestión fundamental a plantear está el dilema: cuenca efímera ("sebkha") o cuenca - profunda; la resolución de este dilema se ve dificultada por el hecho de que las cuencas evaporíticas someras, tanto marinas como continentales son las más accesibles a la observación y por lo tanto las que han dado mayor número - de datos, sin embargo su capacidad de acumular espesores importantes de sales y de fosilizar es bastante menor que la de las cuencas ocupadas permanentemente por una lámina de agua.

Las facies encontradas en los sondeos Lorca-4 y Lorca-5, reflejan claramente una sedimentación bajo una lámina de agua constante, no habiendo encontrado ni un solo criterio de emersión; mientras que, por el contrario, - se han encontrado crecimientos de cristales de halita en - superficie libre, asentándose el conjunto sobre carbonatos con foraminíferos. A este respecto cabe recordar que incluso los crecimientos de halita tipo (DH) (los más sospechosos de corresponder a un modelo somero), han sido encontrados en el fondo del Mar Muerto, a profundidades de casi un centenar de metros.

SCHMALZ en el año 1969 estableció por una serie de consideraciones, en especial la relación entre la velocidad de subsidencia y la velocidad de sedimentación, valor este último que en las evaporitas es de un orden siempre mayor que los máximos de subsidencia conocidos, que los modelos someros no podían en modo alguno justificar espesores importantes de evaporitas. Este autor considera las siguientes fases en la génesis de un depósito evaporítico:

a.- Fase euxínica: caracterizada por que en el fondo de la cuenca evaporítica, en conexión restringida con el mar abierto, se acumulan en aguas de alta densidad(salmueras), lo que en cierto modo bloquea la oxigenación del fondo, y sobre éste se acumulan sustancias húmicas mezcladas con detritos que acaban dando lugar a lutitas bituminosas.

b.- Fase evaporítica inicial: en esta etapa sobre la superficie del agua se generan sales (sulfatos cálcicos y halita), que caen sobre el fondo, son cristales "hopper piramidal" de halita que se redisuelven aumentando la salinidad de las aguas del fondo. El yeso, al precipitar en ambiente reductor, no aparece como tal fase y en su lugar aparecen carbonatos.

c.- Fase evaporítica permanente: los cristales "hopper piramidal" que se generan en superficie caen sobre el fondo, y si no existe sedimentación terrígena pueden dar lugar a estratos de halita del tipo CSL; aunque a veces esta salmuera del fondo está tan saturada que puede dar lugar a nucleación sobre el fondo y génesis de estructuras del tipo HL. Si hay aportes terrígenos existe la posibilidad de explicar la génesis de estructuras del tipo DH.

d) Etapa terminal: la cuenca evaporítica es un delicado equilibrio entre el clima y la morfología; si el clima deja de ser árido, los aportes de agua dulce aumentan y la conexión restringida con el mar se interrumpe (o aumenta, permitiendo el "out flow"), el sistema se rompe; en estas etapas terminales, salvo cuando se da una dulcificación cuencal, es donde SCHMALZ situa la génesis de las sales potásicas y potásico-magnésicas.

En el año 1975 PERTHUISOT presentó el modelo de Melah-el-Zarzis (costa de Túnez), cubeta evaporítica subfósil muy completa y compleja, que venía a confirmar el modelo de SCHMALZ. Se trata de una cubeta de edad würmiense invadida por el mar en la transgresión flandiense. Al principio tiene una conexión directa con el mar, poco a poco esta conexión se va haciendo cada vez más difícil, hasta que al final queda desconectada. La secuencia de muro a techo es:

- Lodos negros euxínicos ricos en materia orgánica con laminaciones, con magnesita y dolomita.

- Halita y yeso
- Halita pura (30 m)
- Lodos salíferos superiores

La sal gema de esta cuenca es muy porosa y presenta una gran cantidad de salmueras magnésicas y potásicas muy empobrecidas en sulfatos frente a los cloruros, debido sin duda al ambiente reductor. En una cuenca más antigua estas salmueras habrían dado lugar a la precipitación de "fases cementantes" tardías de cloruros o sulfatos magnésicos y potásicos.

En el caso de los sondeos de Lorca el análisis mediante microscopio electrónico de barrido ha puesto de -

manifiesto la presencia de sales potásicas y magnésicas como fases cementantes; estas fases están presentes en las halitas sucias o primarias, siendo raras en las halitas más puras.

La cuenca de Caltanissetta (Sicilia), de edad Messiniense, con un relleno de unos 700 m de potencia, muestra una secuencia de halita en lechos alternando con laminaciones de polihalita; intercalándose en la parte central de la columna algunos niveles con sales potásicas y magnésicas, constituidos por una paragénesis de kainita y polihalita (ROUCHY, 1980), que se explotan activamente.

En conclusión, aunque con un volumen de datos pequeño, provisionalmente el modelo que mejor los integra es el de Melah-el-Zarzis; es decir, una cubeta permanentemente ocupada por agua y que se desconecta de la alimentación marina por relleno de la misma. Que la halita es el depósito dominante pero que pueden encontrarse otras sales magnésicas o potásicas, tanto en posición intersticial, con respecto a la halita, como en niveles más o menos contínuos. Solo una investigación más detallada y temática podría resolver este problema. Aunque se debe aclarar que no necesariamente deberían existir estas sales, sin embargo sí se han encontrado algunos indicios razonables de la presencia de las mismas.

6.5. ANALISIS EFECTUADOS

Para la identificación de las sales de los sondeos S-4 y S-5, se han utilizado los siguientes elementos:

a) 16 muestras de petrografía en lámina delgada realizadas con petróleo. En anexos.

b) 7 muestras de difracción de rayos X, 6 como apoyo al microscopio y la séptima para identificación de minerales arcillosos; estudiándose también el agregado orientado con los tratamientos pertinentes. Los difractogramas figuran entre la documentación complementaria.

c) 2 muestras estudiadas mediante microscopio de barrido - para la identificación de la naturaleza de la inclusiones y análisis puntual de las mismas mediante EDAX.

Los resultados numéricos del estudio de tales inclusiones, en las muestras 12 y 14, son los siguientes - (expresado en proporciones relativas).

	12	14
Mg	16,47	53,13
S	37,77	32,10
K	21,42	1,32
Ca	21,96	2,30
Fe	0,37	2,66
Li	--	trazas
Si	--	8,47

Las fases mineralógicas principales podrían - ser en el caso de la muestra 12 un sulfato magnésico (epsomita-hexahidrita, ..) y por supuesto yeso y anhidrita.

Las fases mineralógicas de las inclusiones de la muestra 14 deben tratarse de sulfato magnésico, o de - un sulfato magnésico-sódico (bloedita ?).

Cuantitativamente, respecto del conjunto de la roca, estas inclusiones representan unas cantidades relativamente poco importantes, como pone de manifiesto la difracción de rayos X, pero su composición refleja muy bien en -

que contexto se produjo la génesis del depósito evaporítico e indica que localmente pudieran existir enriquecimientos, singenéticos o diagenéticos, de sales magnésicas o potásicas.

7.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

7.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

7.1. INTRODUCCION

Como continuación de las fases previas de exploración realizadas por el IGME en el sector de Lorca, que había sido individualizado como de interés en los estudios realizados por este mismo Organismo durante el proyecto General de investigación de pizarras bituminosas en España, se ha llevado a cabo el presente Proyecto, cuyos objetivos están orientados a conocer el comportamiento en profundidad de los niveles kerogénicos aflorantes en la Serrata de Lorca y su continuidad hacia el W, estudiados en superficie y a profundidad relativamente escasa en los proyectos "INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS Y CONTROL GEOLOGICO DE SONDEOS EN EL SECTOR DE LORCA (MURCIA)", 1981, e "INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN CUATRO ZONAS DE LAS PROVINCIAS DE MURCIA Y ALMERIA", 1980.

El área de estudio tiene una extensión de 48 km^2 y es la prolongación hacia el NO de la estudiada en el proyecto de 1981.

La metodología utilizada para cubrir los objetivos propuestos ha sido: Restitución fotogramétrica a escala 1:10.000 del área de estudio; recopilación y estudio de los trabajos geológico-mineros previos, prestando especial interés a los realizados por el IGME; cartografía geológica de las 4.800 Ha, que se ha ensamblado con la realizada en la fase previa, con objeto de tener todo el conjunto de interés bituminoso y utilizarlo como base de partida para programar los trabajos posteriores; cortes geológicos interpretativos en los que se incluyen todos los datos conocidos y se extrapola para el resto del área estudiada; investigación geofísica (S.E.V.) de AB 1000 a AB 5000, para conocer el techo de las formaciones evaporíticas y elaboración de un plano de isohipsas a la escala 1:10.000; perforación de cinco sondeos

mecánicos con recuperación de testigo contínuo a profundidades variables entre 100 y 300 m; testificación geofísica de todos los metros de sondeos perforados, utilizando las técnicas más adecuadas, determinación del contenido en crudo de las muestras de interés suministradas por los sondeos; tratamiento de los datos obtenidos para estimar los recursos existentes y, finalmente, análisis e interpretación sedimentaria de la cuenca mediante los datos suministrados por las sales haloideas existentes sobre la formación bituminosa.

7.2. GEOLOGIA

Desde el punto de vista geológico la cuenca de Lorca corresponde a una cuenca confinada de evolución más o menos tranquila que está ocupada por materiales claramente "post traslación de mantos béticos" y que recibe aportes - constantes desde la fase final del Mioceno medio hasta el Cuaternario.

Los materiales que la forman se inician por una serie conglomerática poligénica roja que no aflora en el -- área de estudio; sobre ella se apoya una serie detrítica inferior de margas grises arenomicáceas, menos arenosas hacia el WNW,que presentan carácter litoral según se desprende de las intercalaciones calcareníticas detectadas; se atribuyen al Helvetiense Medio-Tortoniense Medio. Pot. 150 m.

Sobre esta serie, y en cambio lateral, existen unas calcarenitas de 30 m, que marcan la transgresión del Tortoniense inferior. Estas calcarenitas delimitan una cuenca pericontinental.

Encima aparece una serie margosa con potencias que oscilan entre 800 y 1 m. Estas margas son paraconcordantes con la formación anterior y hacia el techo presentan margocalizas, margas pardas y niveles de arenas (cms) con restos ferruginosos.

Sobre este conjunto se deposita una serie bituminosa, en un medio restringido, euxínico y preevaporítico; - formada por margas gris verdosas, bancos calizos, areniscas finas, lutitas, margocalizas y pasadas de sílex. Las lutitas son ricas en materia orgánica y a veces presentan nivel centimétrico diatomítico.

Las "laminitas" (lutitas laminadas) muy oscuras a negras, se presentan en niveles de hasta 50 cm. Este conjunto es el de interés y el que se intenta buscar en profundidad.

Algunos bancos calizos pueden corresponder a la transformación de yesos por la acción de bacterias anaero-- bias y de soluciones hidrocarbonatadas suministradas por las lutitas.

Sobre él existe una serie detrítica intermedia, de 20 a 60 m de potencia, formada por alternancia de margas grises y areniscas de canal, que culminan con un depósito - evaporítico formado (en afloramiento) por 70 m de margas y margas yesíferas intercalando bancos de yeso, hacia cuyo - techo se intercalan niveles arenosos poco consolidados y calizas lacustres. A partir de la información suministrada - por los sondeos mecánicos se conoce la presencia de una masa de sales de potencia que varía entre 60 y 232 m según los datos conocidos.

Sobre este conjunto, y después de la finalización de la regresión previa, se instala una formación detrítica superior, cuya disposición y naturaleza de sus componentes señala el área fuente hacia el WNW. Está formada -- por: litofacies limomargosa de 200 m de potencia máxima; - litofacies limoarenosa, que incluye limos, arenas y conglomerados; litofacies conglomerática formada por retazos elevados y probable edad pliocena; depósitos pliocuaternarios, cuaternarios y aluviales.

Desde el punto de vista tectónico los materiales se disponen como un sinclinal de dirección NE-SW, cuyo flanco SE buza 30-40º y el opuesto buza unos 10º.

7.3. INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS

Sobre la base del conocimiento, tanto geológico como minero, adquirido en las etapas previas de exploración de los niveles bituminosos aflorantes en el sector de La Serrata, se programó la utilización de métodos auxiliares de la investigación para tratar de conocer su probable continuidad en profundidad.

para ello se programó la realización de S.E. V. que pusieran de manifiesto la presencia del techo de la formación evaporítica, fácilmente detectable mediante el contraste de resistividades y, posteriormente, llevar a cabo una serie de sondeos mecánicos con recuperación de testigo contínuo, mediante los cuales reconcoer los niveles bituminosos de eventual interés económico que, una vez muestreados y analizados, pusieran de manifiesto su contenido en kerógeno, para proceder posteriormente a una evaluación de los recursos bituminosos.

El conjunto de niveles lutíticos con materia orgánica está formado en su tramo inferior por tres niveles cuya potencia no es constante, variando por sectores entre valores centimétricos y métricos. El tramo superior puede presentar hasta ocho niveles bituminosos, muy variables en cuanto a extensión y potencia y sobre todo este conjunto se dispone, de manera constante, el conjunto evaporítico.

7.3.1. Resultados del método geofísico

La utilización de este método viene justificada por: su coste (mínimo en relación con otros métodos geofísicos), la disposición subhorizontal de los niveles a recono-

nocer y el contraste de resistividades entre los materiales de relleno de la cuenca Miocena de Lorca.

Se realizaron 47 S.E.V. agrupados en 9 perfiles ortogonales a los bordes SE y SO de la cuenca. En cada uno de ellos se hicieron estaciones abriendo las alas hasta alcanzar el objetivo propuesto o hasta que las dificultades presentadas por lo accidentado de la topografía imposibilitaban el continuarlo, o provocaban desviaciones de las alas que invalidaban los resultados.

Los valores de apertura oscilan entre AB 1000 y AB 5000.

De modo global se puede decir que las curvas presentan un aspecto general del tipo H, más abiertas cuanto -- más profundas están las evaporitas y de tipo Q ó H con pequeña subida cuando éstas no se encuentran. El tramo final es de tipo K si se localiza el sustrato de los tramos evaporíticos.

Por ser el nivel que mejor respuesta proporciona al método utilizado en todo el ámbito del estudio se ha confeccionado un plano de isohipsas del techo de la formación evaporítica, como forma más clara de reflejar su geometría. Las isolíneas se han trazado cada 50 m y está referidas a - cotas absolutas sobre el nivel del mar.

La simple observación del citado plano pone en evidencia una profundización progresiva hacia el N del techo de las evaporitas, que se pierde hacia el NW, según una alineación NE-SW.

En la continuidad hacia el NE de las isohipsas del techo de la formación evaporítica se puede precisar la existencia de un alto según una dirección más o menos N-S, que deja paso a una nueva profundización de la cuenca hacia el NE.

Los resultados obtenidos de la investigación - geofísica permiten delimitar por el NW la existencia de la formación evaporítica y dejan abierta su continuación hacia el NE, avalando la utilidad del método para su eventual utilización futura.

7.3.2. Resultados de los sondeos mecánicos

Los sectores investigados a profundidades someras en etapas previas de la investigación correspondían al oriental y central de La Serrata, quedando sin reconocer el occidental y las profundidades mayores asimilables al centro de la cuenca.

Por esta razón se programaron 3 sondeos de profundidad máxima de 150 m, en el sector suroccidental y dos de profundidad máxima de 300 m, más próximos al centro geográfico de la cuenca a investigar.

Sobre los testigos extraidos de ellos se ha -- procedido al levantamiento de la columna estratigráfica a escala 1:200 y a la selección de tramos kerogénicos que se enviaron al Laboratorio para su análisis, mediante la retorta Fisher, de contenido en crudo.

En el sondeo S-1, se interceptó la serie bituminosa entre 49 y 116 m habiéndose seleccionado 46 muestras - cuyos contenidos en crudo oscilan etre 3 y 23 l/t.

En el sondeo S-2, se interceptó el tramo bituminoso entre 34 y 72,5 m, habiéndose tomado 21 muestras cuyo contenido en crudo oscila entre los 5 y 10 l/t.

El sondeo S-3 cortó la serie bituminosa entre - 31 y 68, habiéndose tomado 17 muestras cuyos valores oscilan entre 2 y 10 l/t.

El sondeo S-4 no llegó a cortar la serie evaporítica, habiendo interceptado un tramo de sales haloideas entre 63 y 298 m. De estas sales se han tomado muestras para su análisis y se han utilizado para la definición del modelo sedimentario, como se explica más adelante.

El sondeo S-5 cortó la serie bituminosa entre los 206 y 258 m, no habiéndose seleccionado ninguna muestra para su análisis de contenido en crudo. Además, cortó las sales haloideas entre 112 y 161 m, habiéndose seleccionado algunas muestras para su análisis y el estudio del modelo sedimentario de la cuenca.

Con estos sondeos y los afloramientos de los niveles bituminosos, se han realizado dos cortes interpretativos en los que se pone de manifiesto el desarrollo de diferentes formaciones de la cuenca.

En cualquier caso, de los resultados obtenidos de los sondeos mecánicos, se confirma la presencia de niveles laminados en todo el ámbito del área estudiada. Por otra parte la confirmación mediante esos sondeos de los resultados obtenidos en la campaña geofísica sobre el techo de la formación evaporítica, nos hace suponer a la vista de los resultados globales, que ésta se extiende en todo el ámbito de la cuenca terciaria de Lorca.

7.3.3. Valoración de los recursos bituminos

Para llevar a cabo la estimación de los recursos de pizarras bituminosas en el área estudiada se han tenido en cuenta los sondeos de esta campaña y de las previas, habiéndose utilizado para el cálculo las muestras superiores a los 20 l/t.

Teniendo en cuenta la acción de la oxidación sobre las rocas bituminosas aflorantes se han desechado los valores que éstas suministraron.

Para realizar la valoración se ha procedido a calcular las potencias acumuladas de cada sondeo y sus contenidos medios ponderados en crudo. Asignando a cada sondeo un área de influencia determinada, se ha obtenido una potencia media de pizarras bituminosas con más de 20 l/t de 2,25 m, con un contenido medio de 23,66 l/t.

Considerando una longitud del área favorable de 11.550 m y una anchura del nivel de 620 m, se obtiene un total de 32,225 Mt de recursos indicados, con un contenido medio de 23,66 l.

Considerando los datos de los sondeos positivos y sin tener en cuenta el área de influencia de cada sondeo, se obtienen los siguientes valores:

espesor aparente medio:	2,73 $\pm$ 1,3 m
contenido medio:	23,04 $\pm$ 2,06 l/t
recursos estimados:	36,74 $\pm$ 17,50 Mt

7.3.4. Testificación geofísica

La aplicación de los registros realizados en sondeos es una técnica que, heredada y adaptada de la prospección petrolera, se ha incorporado progresivamente a la investigación minera hasta llegar a ser herramienta de rutina en la prospección de recursos energéticos.

En el presente proyecto se ha utilizado para conocer su resolución en la exploración de las pizarras bituminosas, con el objeto de que en el caso de que ésta fuera adecuada, minimizar los costes de exploración mediante sondeos en etapas posteriores.

El programa previsto incluía el empleo conjunto de los siguientes registros: resistividad y resistencia, potencial espontáneo, gamma-gamma, gamma natural ---

completando este último con el "caliper", que registra las variaciones de diámetro del sondeo. En el caso de que el sistema de datos funcione correctamente, la capacidad resolutiva del conjunto de datos que se obtiene es manifiesta, considerando como herramienta de excepción el registro de densidad, por la influencia que la materia orgánica de las pizarras bituminosas tiene sobre este parámetro.

Se testificaron los cinco sondeos realizados, habiéndose obtenido unos resultados que muestran entre sí una serie de irregularidades que hacen pensar, a la hora de su interpretación, en que no han podido aprovecharse las posibilidades de este método en este caso concreto a pesar de ser una técnica de las más clásicas y resolutivas a la hora de valorar cuantitativamente la existencia de pizarras bituminosas.

7.3.5. Estudio mineralógico-petrográfico e interpretación sedimentológica de los tramos salinos

Para el estudio de las 16 muestras de los niveles salinos, tomadas en los sondeos 4 y 5, se ha utilizado: Estudio a mesoescala de las secciones obtenidas mediante corte longitudinal de los testigos; preparaciones microscópicas mediante pulido en petróleo; difracción de rayos X.

A través de estas técnicas se han reconocido:

- Facies bandeadas anhidrítico-halítico-carbónicas, formadas por anhidrita, dolomita, cuarzo idiomorfo y calcedonia en niveles milimétricos y centimétricos que alternan sucesivamente.

- Halitas, con halita en proporción superior al 80%. Es halita singenética (oscura) y si existe halita diagenética es poco común. Los niveles arcillosos que la acompañan son de naturaleza illítico esmectítica.

- Niveles yesíferos o anhidrítico-yesíferos superiores, formados por anhidrita muy heterogranular alternando con bandas dolomicríticas. Los niveles más altos de los dos sondeos están formados por yeso alabastrino y yeso fibroso con fibras normales a la estratificación.

La interpretación mineralogenética hace suponer que la parte superior de los sondeos ha sufrido un proceso de retrodiagénesis relacionado con su emersión, por lo que el estudio se centra en la halititas y en las rocas anhidrítico-dolomítico-halíticas.

La ritmicidad de este tramo parece corresponder a episodios de endulzamiento de las aguas con otros de salinidad creciente, reflejando la anhidrita y halita el que un régimen evaporítico no se instala definitivamente. La dolomitización de un carbonatado precursor y la presencia de una variada serie de cuarzos refleja una gran cantidad de sílice en el medio. Las texturas de la halita se generan a partir de cadenas de halitas flotantes que caen y se sedimentan ordenadamente; cuando sobre el fondo existen salmueras calientes casi saturadas en halita se generan cristales esqueléticos de halita.

Los niveles detríticos representan entradas episódicas en la cuenca a partir de sistemas fluviales.

El modelo sedimentológico puede atribuirse a sedimentación bajo una lámina constante de agua.

Hay que tener en cuenta que la génesis de un depósito evaporítico está formada por:

- Fase euxínica; acumulación en el fondo de aguas de alta densidad y formación de pizarras bituminosas, sin -- aportes externos.

- Fase evaporítica inicial: generación de sales sobre la superficie del agua, que caen al fondo. El yeso, al precipitar en ambiente reductor aparece como carbonatos.

- Fase evaporítica permanente: los cristales de halita generados en superficie caen al fondo y forman estratos de halita.

- Etapa terminal: en esta etapa se depositan las sales potásicas y potásico magnésicas excepto si el agua se dulcifica o es evacuada.

Por otro lado, en la costa de Túnez existe una cuenca de las mismas características sedimentológicas cuya serie estratigráfica es: Lodos neutros euxínicos con laminaciones; halita y yeso; halita pura y lodos salinos superiores. La sal gema de esta cuenca presenta gran cantidad de sales magnésicas y potásicas que han sido objeto de explotación.

En el caso de las muestras de Lorca, el análisis mediante el microscopio electrónico de barrido ha puesto de manifiesto la presencia de sales potásicas y magnésicas como fases cementantes en las halitas primarias, lo que supone un indicio razonable de la existencia de este tipo de sales, por lo que pueden existir concentraciones de las mismas tanto en fases cementantes como en otro tipo de deposición.

7.4. CONCLUSIONES GENERALES

1º.- Según se desprende de la información suministrada por los sondeos, la formación bituminosa puede tener continuidad en profundidad, bajo la serie evaporítica, al menos en el sector del sondeo S-4.

2º.- La información suministrada por la geofísica pone en evidencia la continuidad de esta formación evaporítica

que queda interrumpida hacia el NW, continuando hacia el NE, con un alto NS y hundiéndose hacia el NE.

3º.- El método geofísico (S.E.V.) constituye un auxiliar eficaz para detectar la presencia de evaporitas en todo el ámbito recubierto de la cuenca de Lorca.

4º.- Se ha estimado un volumen de recursos bituminosos de - 32.225.000 t con un contenido medio de 23,66 l/t, sin que se haya reconocido la totalidad de la cuenca; existen posibilidades de que se extiendan los niveles bituminosos bajo el sector del sondeo S-4 y hacia la zona situada al NE del S-5.

5º.- Se ha detectado la presencia de una masa salina mediante dos sondeos, en tramos de 235 m y 52 m de potencia, lo que supone un volumen considerable de sal sódica, con - posibilidades de que existan cantidades por descubrir de sales potásicas y magnésicas.

Por todo ello, tiene interés continuar la exploración del yacimiento salino, tanto por su considerable volumen como por la posibilidad de que existan sales potásicas y en menor medida magnésicas.

8.- B I B L I O G R A F I A

8.1. BIBLIOGRAFIA SOBRE LA ZONA

BENTABOL, HORACIO (1917).- Informe de la visita a las minas - de azufre de las provincias de Murcia y Albacete. Bol. Of. de Minas y Metalurgia nº 4, pp 1-21 nº 5, pp 1-16.

- - - - - (1934).- Las minas de azufre de las provincias de - Murcia y Albacete. Catálogo descriptivo de los criaderos minerales de España. V-II, pp 38-44.

BRONGERSMA-SANDERS, M. (1971).- Origin of Major cyclicity, of evaporites and Bituminous Rocks: An actualistic model. Mar. Geol. II: 123-144.

ESTEBAN et al (1978).- Aberrant features of the Messinian Coral reef, Spain. Acta Geologica Hispanica XIII, nº 1, pp. 20-22.

I G M E (1972).- Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja nº 953 (Lorca). Memoria explicativa y hoja.

- - - - (1981).- Investigación geológico-minera de pizarras bituminosas en los sectores de Lorca (Murcia), Hellin (Albacete), Libros (Teruel) y Campins - (Barcelona).

- - - - (1981).- Investigación de pizarras bituminosas en - cuatro zonas de las provincias de Murcia y Almeria.

MESEGUER PARDO, J. (1924).- Estudio de los yacimientos de azufre de las provincias de Murcia y Albacete. Boletín IGME XLV pp. 131-214.

MONTENAT, C. (1973).- Les formations neogénes et cuaternaires du Levant Espagnol. Tesis Doc. Univ. Orsay. 1170 p.

- - - - - (1975).- Le Néogéne des Cordilléres Betiques. Essay du Sinthése Stratigraphique et paléogéographique. Paris 187 p.

- - - - - (1977).- Les bassins néogénes du Levant d'Alicante et de Murcia (Cordillères Bètiques Orientales Espagne). Stratigraphie, paleogeographie et evolution dynamique. Doc. Lab. Geol. Fac. Sci. Lyon 69. 345 p.

VERNEUIL, M. et COLLOMB, E. (1856).- Geologie du Geol.Est. de L'Espagne. Rèsumé succiet d'une excursion en Murcie et sur la frontière d'Andalousie. Bull. Soc. Geol. France XII, p. 633-660.

8.2. BIBLIOGRAFIA SOBRE PIZARRAS BITUMINOSAS

ALPERN, B. 1970.- Classification pétrographique des constituants organiques fossiles des roches sédimentaires. Rev. Fr. Pét., 25 (11): 1233-1266.

ALPERN, B., DURAND, B., ESPITALIE, J. and TISSOT, B., 1971.- Localisation, caractérisation et classification pétrographique des substances organiques sédimentaires fossiles. Adv. Org. Geochem, 1971: 1-28.

ALPERN, B., and CHEYMOL, D. 1978: Reflectance et fluoreoscence des - organoclastes du Toarcien du Bassin de Paris en fonction de la profondeur et de la température. Rev. Inst. Fr. Pét., - 33 (4): 515-535.

ALLER, R.C. 1978.- The effects of animal-sediment interactions on geochemical processes near the sediment-water interface, in Estuarine interactions: New York. Academe Press, p. 157-172.

ARTHUR, M.A., and S.O. SCHALANGER, 1979.- Cretaceous "oceanic anoxic" as causal factors in development of reefOreservoired gigant oil fields: AAPG, Bull, v. 63, p. 870-885.

BARKER, C. 1974.- Pyrolysis techniques for souree rock evaluation C. Am. Assec. Petrol. Geol. Bull. 1974, 58.

- - - - - 1974.- Programmed temperature pyrolysis vitrinites of various rank. Fuel. Vol 53. July 1974. p. 176-177.

BELIAEVA, A.N. and ROMANKEVICH, E.A. 1976.- Chemical conversion of - lipids during oceanic sedimentogenesis, in N.B. Vassoevich, ed Issledovania Organisheskogo Veshchesiva Sovremenyk Iskopaemyk Osadkov: Moscow, Adka, Nauk SSSR. p. 81-102 (in Russian).

BERGH, S.A. 1938.- Oil Shale and Cannel Coal, Inst. Pet. 256-66.

BERNER, R.A. 1972.- Sulfate reduction, pyrite formation and the oceanic sulfur budget, in D. Dyrssen and D. Jagner, eds. The Changing Chemistry of the Oceans, vol 20 of Nobel Symp. Stokholm: Almquist and Wiksell, 347-361.

BEZRUKOV, P.L. et al 1977, Organic carbon in the upper sedimentary layer of the world ocean: Oceanology, v. 17, no. 5, p. 561-564.

BORDI NAVE, M., COMBAZ, A., et GIRAUD, A. 1966.- Intluence de Porigine des matières organiques et de leur degrē d'evolution sur les produits de pyrolyse du kérogène. Ade. in Org. Geochem. p. - 389-400.

BORDOVSKY, O.K. 1965.- Accumulation and transformation of organic subs TANCE IN MARINE SEDIMENTS% Marine Geology, v. 3, p. 3-114.

BRONGERSMA-SANDERS, M. 1966.- The fertility of the sea and its bearing on the origin of oil: Advancement of Science, v. 23, p. 41-46.

- - - - - 1972.- Hydrological conditions leading to the velopment of bituminous sediments in the pre-evaporite phase, in Geology of saline deposits: Unesco Earth Sci. Ser. no. 7, p. 19-21.

BUROLLET, P.F., BUSSON, G. COUPPEY, C. FEDIAEVSKY, A. FERRERO, J. et - MANDERCHEID G. 1972.- Stratigraphie de séries à évaporites, in: colloque sur les méthodes et les tendances de la stratigraphie, Orsay, 12-14 oct. 1970, sect. sédimentologie. M. Bur. Rech. Géol. et Min. Paris, nº 77, publ. 1972, vol. 2, pp. - 557-579, 14 fig. 2 pl.

BUSSON G. et NOEL, D. 1972.- Sur la constution et la genèse de divers sédiments finement feuilletés ("laminites") alternances de calcaire et de matière organique ou argileuse. C.R. Acad. - Sc. Paris, t. 274, p. 3172-3175, 3 pl.

BUSSON, G. 1978b.- Genèse des Evaporites: les enseignements des milieux épicontinentaux apparaissent-ils transporsales aux evaporites de marges océaniques?. Bull. Soc. Géol. Fr., Paris, sér. 7, - t. 20. nº 5 , p. 533-545.

BUSSON, G. 1979.- Successions camonatées anhydritiques et salifères - dans le Dévonien moyen des forages du Nord Est de l'Aberta (Canada occidental) in: Dépôts évaporitiques: illustrations et interpretations de quelques séquences. 2ème partie, chap. 4 Comité des tchniciens de la Chambre Syndicale des hydrocarbures. Ed. Technip, Paris (à paraître, 1979).

BUSSON, G. 1979.- Couches laminees riches en matiere organique et precedant les roches salines: Les enseignements d'un enchainement de facies Docum. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon nº 75.

BYERS, C.W. and LARSON, D.W. 1979.- Paleoenvironments of Mowry Shale (Lower Cretaceous), western and central Wyoming: AAPG Bull, v. 63, p. 359-361.

CALVERT, S.E. 1964.- Factors affecting distribution of laminated diatomaceous sediments in Gulf of California in Marine geology of - the Gulf of California: AAPG Mem. 3, p. 311-330.

- - - - - 1976.- The mineralogy and geochemistry of nearshore sediments in J.P. Riley et al, etd. Chemical oceanography, v. 6, 2d, ed: New York, Acedemic Press, p. 187-280.

- - - - - 1971b.- Recent sediments of the South-West African Shelf, in Atlantic continental margins: London, Inst. Geol. Sci. p. -- 175-185.

CLAYPOOL, G.E. and REED, P.R. 1976.- Thermal Analysis Technique for source rock evaluation: quantitative estimate of organic richness and effects of lithologie variation. A.A. P.G. 1976., vol. - 60, nº 4, p. 608-612.

CLEMENTZ, D.M., DEMAISON, G.J. and DALY, A.R. 1979.- Well site geochemistry by programmed pyrolysis: Offshore Technology Conf. v. 1, p. 465-470.

CORNELIUS, C.D. 1978.- Muttergesteinfazies als Parameter der Erdölbildung. Erdöl-Erdgas Z, 3: 90-94.

CORREIA, M. 1969.- Contribution à la recherche des zones favorables à la genèse du pêtrole par l'observation microscopique de la - matière organique figurée. Rev. Inst. Fr. Pêt, 24 (12): 1418 1454.

CORREIA, M. 1971.- Diagenesis of sporopollenin and other comparable organic substances: application to hydrocarbon research. In. -- J.D. Brooks et al (Editors), Sporopollenin. Academic Press, - London, pp. 569-620.

CORREIA, M. and Péniguel, G. 1975.- Etude microscopique de la matière organique: Ses applications à exploration pètrolière. Bull. Cent. Rech. Pau SNPA, 9 (2): 99-127.

DEBYSER, Y. PELET, R. and DASTILLUNG, M. 1977.- Geochimie organique - des sediments marins recents, Mer Noire, Baltique, Atlantique (Mauritanie), in Advances in organic geochemistry, 1975 Madrid: ENADIMSA, p. 289-320.

DEGENS, E.T. 1974.- Cellular processes in Black Sea sediments, in The Black Sea: AAPG Mem 20, p. 296-307.

- - - - - and MOPPER, K. 1976.- Factors controlling the distribution and early diagenesis of organic material in marine sediments, in J.P. Riley et al, eds, Chamical oceanography, v. 6 2d: New - York, Academic Press, p. 59-113.

- - - - - et al, 1978.- Varve chronology: estimated rates of sedimentation in the Black Sea deep basin: Initian Rept. Deep. Sea Drilling Project, v. 42 pt. 2, p. 499-508.

DEMAISON, G.J. and SHIBAOKA, M. 1975.- Contribution to the study of - Hidrocarbon generation form hydrogen-poor Keorgens: 9th -- World Petroleum Cong. Tokyo, Proc. v, 2 p. 195-197.

DEUSER, W.C. 1971.- Organic-carbon budget of the Black Sea: Deep-Sea Research, v. 18, p. 995-1004.

- - - - - 1975.- Reducing environments, in J.P. Riley and R. Chester eds, Chemical oceanography, v. 3: New York, Academic Press, p. 1-37.

DEMAISON, G.J. y MOORE, G.T. 1980.- Anoxic enviroments and oil source bed genesis. The American Association of Petroleum Geologist Bulletin. Vol. 64 nº 8, August 1980.

DICKERT, P.F. 1966.- Neogene phosphatic facies in California: PhD thesis, Stanford Univ.

DIDYK, B.M. et al 1978.- Organic geochemical indicatos of paleoenvironmental conditions of sedimentation: Nature, v. 272, p. 216 - 222.

DOW, W.G. 1977.- Kerogen studies and geological interpretations: Jour Geochem. Exploration, v. 7 p. 79-99.

DURAND, B et ESPITALIE, J.1971.- Formation et évolution des hydrocarbures de C_1 à C_{15} et des gaz permanents dans les argiles du Toarcien du bassin de Paris. Ade. in Org. Geochem. p. 455 - 468. Ed. by H.R. V. Gaertner et H. Wehner, Pergamon, Press Oxford, 1971.

- - - - - 1973.- Etude de la matière organique au cours de l'enfonissement des sédiments C.R. Ac. Sci. D 276, 2253-2256.

DURAND, B. MARCHAND, A. et COMBAZ, A. 1975.- Etude de la susceptibilité paramagnétique électronique de quelques séries de kérogènes. (A paraitre).

ESPITALIE, J. et al 1977.- Source rock characterization method for petroleum exploration: Offshore Technology Conf. Proc. v. 3 OTC, -- p. 439-444.

ESPITALIE, J., DURAND, B., ROUSEEL, J.C. et SOURON, C. 1973.- Etude de la matière organique insoluble (kérogène) des argiles du Toarcien du bassin de Paris II. Etudes en spectrométrie infrarouge, en alanyse thermique diférentielle et en analyse thermo-- gravimétrique. Rev. Inst. Franç. du Pétrole, XXVIII-1, p. 37-66.

ESPITALIE, J., LAPORTE, J.L. MADEC, M. MARQUIS, E., LEPLAT, R, PAULET, J. AND BOUTEFEU, A. 1977.- Méthode rapide de caractérisation des roches mères, de leur potential pétrolier et de leur degré d'évolution. Rev. Inst. Fr. Pét. 32 (1): 23-42.

FOREE, E.G. and P.L. McCarry, 1970, Anaerobic decomposition of algae: Environ, Sci. Technology, v. 4, p. 842-849.

GRANDA, A.- Transformación de la Materia Orgánica en las rocas Sedimentarias y técnicas para su estudio. C.G.S. Inédito.

GIRAUD, A. 1970.- Application of pyrolysis and gas chromatography geochemical characterization of kerogen in sedimentary rocks. A. A.P.G. 1970, vol. 54, nº 3, pp. 439-455.

GOLDHABER MARTIN, 1978.- Euxinic facies. The enciclopedy of Sedimentology.

HEATH, G.R.T.C. MOORE, J.R. and DAUPHIN, J,P, 1977.- Organic carbon in deep-sea sediments, in R.N. Andersen, ed. The fate of fossil fue CO_2 in the oceans: New York, Plenum Press, p. 627-639.

HEINZ BECKAMN, editor.- Oil Shales, Geology of Petroleum, vol. 8.

HUC, A.Y. 1978.- Geochimie organique des schistes bitumineux du Toarcian du Bassin de Paris: PhD thesis Univ. LouisPasteur, Strasbourg France.

HOOD, A., GUTJARD, CCM and HEACOCK; R.L. 1975.- Organic metamorphism and the generation of petroleum. Bull. Am. Assoc. Pet. Geol. 59: 986-996.

JACOB, H. 1967.- Petrologie von Asphaltiten und asphaltischen Pyrobitumina. Erdöl Kohle, 20: 393-400.

- - - - - 1976.- Petrologie. Nomenklatur und Genesis natürlicher fester ERdölbitumina. Compendium 1976/1977 ERdöl Kohle, pp. 36-49.

JONATHAN, D., L'HOTE, C. et de ROUCHET, J. 1974.- Analyse des hydrocarbures légers par chromatographie des vapeurs. Bull. Tectonique du Grupe Elf-Auitaine mars 1974, nº 69.

JUNTGEN, H. and VAN HEER, K. h. 1968.- Cas release from coal as a funetion of the rate of heating. Fuel. vol. 47 p. 103-117.

KENT, P.E. and WARMAN, H.R. 1972.- And environmental review of the -- world's riches oil-bearing region; the Middle East: 24th Internat Geol. Cong. Montreal. Proc. sec. 5, p. 142-152.

KINGSLEY DUNHAM, F.R.S. 1961.- Black shale, oil and sulphide ore. Advancement of Science Septembre.

KREVELEN, D.W. VAN & SCHUYER, J. 1957.- Coal Science: Aspects of Coal Constitution, 244.

KRUMBEIN, W.C. and GARRELS, R.M. 1952.- Origin and classification of chemical sidements in terms of pH and oxidation-reduction potentials: Jour. Geology, v. 60, p. 1-33.

- - - - - and SLOSS, L.L. 1963.- Stratigraphy and Sedimentation. San - Francisco: Freeman, 660 pp.

LEPLAT, P. et NOEL, R. 1972.- Etude para pyrochromatographie en phase - gazeuse et par réflectance de l'evolution de quelques kérogènes. Congrès de Géochimie. Hanovre, 1971. In: Ade, in org. Geochem. ed by H.R.V. Gaertner et H. Wehner. Perganon Press. Oxford - 1971.

LEPLAT, P. et NOEL, R. 1974.- Contribution à l'étude de l'état de diagenèse des roches à kérogène pra le dosage automatique rapide du CO_2 et du C_2H_4 libérés par pyrolyse de 400 à 900º C. - Congrès de Géochimie, Paris. 1973. In: Ade, in org. Geochem. ed by B. Tissot et F. Bienner. Technip. 1974.

LIJMBACH; G.W.M. 1975. On the origin of petroleum: 9 th World Petroleum Cong. Tokyo. Proc. v. 2 p. 357. 368.

LEVY RAM, L. and CLARENCE WOLF, J. 1970.- A gas chromatographie method for characterization of the organic contect present in an -- norganic matrix. J. chromatographic, Sc. vol. 8 sept. 1970. p. 524-526.

MARTIN-VIVALDI, J.M.- Rocas BItuminosas, C.G.S. Inédito.

MAGGREGOR, M. 1939.- In Oil Shale and Cannel Coal, Inst. Pet. 6.

NEEV D. et EMERY, K.O. 1967.- The Dead Sea. Depositional processes and environments of evaporites. State of Israel Geol. Surv. Bull, Jérusalem, nº 41, p. 41, p. 1-147, 59 fig. 50 tabl.

OREMLAND, R.S. amd TAYLOR, B.F. 1978.- Sulfate reduction and methanogenesis in marine sediments: Geochim, et Cosmochim, Acta, v. 42 p. 209-214.

ORR, W.L. and GAINES, A.G. Jr. 1974.- Observation: of rate of sulfate reduction and organic matter oxidation in the bottom waters of an estuarine basin: The upper basin of the Pettagnamscutt river (Rhode Island, Proc. 6th Internat. Cong. Organic. Geochem. Paris: Editions Technip, 791-812.

PETTIJOHN, F.J. 1975.- Sedimentary Rocks. New York: Harper & Row, 628 p.

PEYTON, C.E. & THOMAS, L.A. 1959.- J. Sed. Pet. 29, 172.

PRESLEY, B.J. KOLODNY, Y; NISSENBAUM, A, and KAPLAN, I.R. 1972. Early diagenesis in a reducing fjord, Saanich Inlet, British Colum-

bia: II, Trace element distribution in interstitial water and sediment, Geochim, Cosmochim, Acta, 36, 1073-1090.

REINECK, H.E. and SINGH, I.B. 1973.- Depositional Sedimentary Environments. New York: Springer-Verlag, 439 p.

RHOADS, D.C. and MORSE, J.W. 1971. Evolutionary and ecologic significance of oxygen-deficient marine basins, Lethaia, 4, 413-428.

RICHARDS, F.A. 1965. Anoxic basins and fjords, in J.P. Riley and G. - Skirrow, eds, Chemical Oceanography, vol. I New York: Academic Press, 611-645.

RICHARDS, F.A. 1970.- The enhanced preservation of organic matter in anoxic marine environments, in Symposium on organic matter natural waters: Univ. Alaska Inst. Marine Sci. Occasional Pub. 1 p. 399-411.

ROBERT, P. 1973.- Analyse microscopique des charbons et des bitumes dispersés dans les roches et mesure de leur puvoir réflecteur. - Application à l'étude de la paléogéothermie des bassins sédimentaires et de la genèse des hydrocarbures. Adv. Org. Geochem. 1973:549-569.

ROBERT, P. Classification of organic matter by means of fluorescence; application to hydrocarbon source rocks.
Inter. Journal of C. Geology 1/1981 Elserier SPC. Amsterdam.

ROMANKEVICH, E.A. 1977.- Organic geochemistry of oceanic sediments: - Moscow, Izd. Nauka, p. 13 (in Russian).

RYAN, W.b.F. and M.B. Cita, 1977.- Ignorance concerning episodes of - ocean stagnation: Marine Geology, v. 23, p. 197-215.

SCRIMA; D.A., YENT, T.F., and WARREN, P.I., 1974.- Thermal chromatography of Green River Oil Shale. I Bitumen and kerogen. Energy Smarces, vol. I, nº 3.

SCHAEFER, W. 1972.- Ecology and palaeoecology of marine environments: Chicago, Univ. Chicago Press. 568 p.

SCRUTON, P.C. 1953.- Deposition of evaporites. Am. Assoc. Petroleum - Geologists Bull. Tulsa, vol. 37, nº 11, p. 2498-2512, 4 fig. 2 tabl.

SHEARMAN, D.J. 1966.- Origin of marine evaporites. Inst. Mining Metallurgy, Trans. London, sect. B 75, 717, p. 208-215, 6 fig.

SOURON, C. BOULET, R. et ESPITALIE, J. 1974.- Etude para spectrométrie de masse de la décomposition thermique sous vide de kérogènes appartenant à deux lignées évolutives distinetes. Rev. Inst. Franç. du Pétrole. XXIV-5, p. 661-678.

- - - - - 1975.- Etude par spectrométric de masse de la décomposition thermique de roches sédimentaires contenant de la matière - organique de deux types différents et comparaison avec les kérogènes correspondants. Commun, au 7º Congrès International de Géochimie Orgánique, Madrid. (A paraître).

STRAKHOV, N.M. 1967.- Principles of Lithogenesis. vol. 2, New York: Consultants Bureau, 609 p.

SWAIN, F.M. 1970. Non marine organic geochemistry: Cambridge. UK Cambridge Univ. Press. 445 pp.

SWANSON, V.E. 1960. Oil yield and uranium content of black shales: U.S. Geol. Survey Prof. Paper 356-A.p. 1-44.

SWANSON, V.E. 1961. Geology and geochemistry of uranium in marine blanck shales; A review, US.

TISSOR, B. CALIFET-DEBYSER, Y. DEROO, G. OUDIN, J.L. 1971.- Origin and evolution of hydrocarbons in Early. Toarcian Shales, Paris - basin, France. Am. Assoc. Petro. Geol. Bull. 55, pp. 2177-2193.

TISSOT, B, DEROO, G. et ESPITALIE, J. 1975.- Etude comparée de l'époque de formation et d'expulsion du pétrole dans diverses provinces géologiques. In: gth World Petroleum Congress, Proceedings. Vol. 2. pp. 159-169. Applied Science Publishers Ltd. London.

- - - - - DURAND, B, ESPITALIE, J. and COMBAZ, A. 1974. Influence of the nature and diagenesis of organic matterin the formation of petroleum. Am. Assoc. Petr. Geol. Bull. 58, p. 499-596.

- - - - - ESPITALIE, J. DEROO, G. TEMPERE, C. et JONATHAN, D. 1974. - Origine et migration des hydrocarbures dans le Sahara oriental (Algérie). In Advances in Organic Geochemistry, 1973, - ed. par B, Tissot et F. Bienner, Technip, Paris, p. 315 - 334.

- - - - - 1979.- Effects on prolific petroleum source rocks and major coal deposits caused by sea-level changes: Nature, v. 277, p. 377-380.

- - - - - and WELTE,D.H. 1978.- Petroleum formation and occurrence: - New York, Springer-Verlag, 521 p.

- - - - - G. REROC, and HOOD, A. 1978.- Geochemical study of the Uinta basin: formation of petroleum from the Green Formation: Geochem etc Cosmochim. Acta v. 42. p. 1469-1486.

- - - - - et al 1974.- Influence of nature and diagenesis or organic matter in formation of petroleum: AAPG Bull, v. 58, p. 499 506.

- - - - - et al 1979. Paleoenvironment and petroleum potential of mid Cretaceous black shales in Atlantic basins (abs): AAPG Bull v. 63. p. 542.

TOURTLOT, E.B. 1970.- Selected annotated bibliography of minor-element content of mrine black shales and related sedimentary rocks, 1930-1965, US Geol. Surv. Bull, 1293, 118 p.

TISSOT (B) et PELET, R. 1971.- Nouvelles données sur les mécanismes - de genèse et de migration du pêtrole. Simulation mathématique et apllication à la prospection. Proceedings 8th World Petroleum Congress. 2, pp. 35-46.

- - - - - DURAND, B. ESPITALIE, J. and COMBAZ, A. 1974.- Influence of nature and diagenesis of organic matter in formation of petroleum. Bull. Am. Assoc. Pet. Geol. 58 (3): 499-506.

TRASK, P.D. & PATNODE, H.W. 1942.- Source Beds of Petroleum, 28.

TWENHOFEL, W.H. 1950.- Principles of Sedimentation, 2nd Ed, 333.

VAIL, P.R. and MITCHUM, R.M. 1979.-Global cycles of sea level change and their role in exploration: 10th World Petroleum Cong, - Bucharest Panel Discussion 2, Paper 4.

VAN KREVELEN, D.W. 1961.- Coal Elserier. Amsterdam, 1961. 514 p.

VEETH, H.H. 1979.- Modern environment of phosphorite formation and the geochemical balance of phosphorus in the ocean in P.J. Cook and J.H. Shergold, eds. Proterozoic-Cambrian phosphorites: - Project 156 of UNESCO-IUGS: Canberra, Australian Natl. Univ. Press, p. 59.

VINE, J.D. and TOURTELOT, E.B. 1970.- Geochemistry of blak shale deposits: A summary report, Econ. Geol. 65, 253-272.

VON JURGEN HAHN. 1970.- Eine gaschromatographische. Methode sur schnellen charakterisierung der organischen substanz von Bohrkernen und anderen sedimentproben. 23 Jabrgang/Mr. 12 Dezember 1970. p. 790-792.

WOLF, M. 1966.- Observations pétrographiques sur les schistes boghead d'Autun (Saône et Loire). Sci. Terre 11 (1): 7-18.

WOLF, M. and CORREA DA SILVA, Z.C. 1976. Petrographic description and facies analysis of some samples of the oil shale of the Irati Formation (Permian). An 28 th. Congre. Geol. Brasil, pp. 159-170.

ZIEGLER, P.A., PARRISH, J.T., and HUMPHREVILLE, R.C. 1979.- Paleogeography, upwelling and phosphorites (abs). in P.J. Cook and J.H. Shergold, eds. Proterozoic-Cambrian phosphorites, Projets 156 of UNESCO-IUGS: Camberra, Australian Natl. Univ. - Press, p. 21. 183-199.

9.- A N E X O S

9.1. DESCRIPCION PETROGRAFICA DE LAS MUESTRAS ESTUDIADAS

SONDEO LORCA - 4

1.- YESO

Mineralogía: Yeso: 73%, dolomita: 25%, Calcita: 2%. Minerales accesorios: anhidrita.

Estructura: Bandeada, más patente a la meso que a la microescala, donde se observa muy alterada debido a procesos de bastesis del yeso.

Textura: El carbonato es fundamentalmente micrítico, a excepción de algunos cristales de calcita mesocristalinos finos. En el yeso predomina el mosaico mesocristalino de contorno recto, si bien también es muy abundante el yeso fibroso con las fibras perpendiculares al bandeado de de la roca. En menor cantidad y en forma de masas aisladas se observa mosaico microcristalino. En los mesocristales son bastabte abundantes las inclusiones de cristales, más o menos esqueléticos de anhidrita.

4.- ANHIDRITA

Mineralogía: Anhidrita: 88%, yeso: 8%, carbonatos: 4%

Estructura: Bandeada

Textura: Muy heterogranular, predominan los cristales de 0,03 mm a 0,9 mm en cuyo seno sobresalen grandes cristales del orden de 0,8 mm, unas veces de anhidrita y otras de yeso e incluso carbonatos seudomórficos de ella. Además del citado carbonato mesocristalino se observan bandas de carbonato micrítico.

15.- HALITITA

Mineralogía: (incluyendo un nivel anhidrítico parte del -- cual aparecen en un extremo de la muestra, por lo cual estos porcentajes, presumiblemente no sean muy representativos del conjunto rocoso): Halita: 90%, anhidrita: 8%, carbonatos: 2%. Minerales accesorios: yeso asociado a la anhidrita.

Estructura: Contienen bandas de pequeño espesor relativo de anhidrita con algo de carbonato, además de otro posible bandeado que no se refleja bien a escala de muestra de mano.

Textura: Macrocristales anhedrales de halita sucia con inclusiones de anhidrita monocristalina y/o fibrosoOradiadas.

14.- HALITITA

Mineralogía: halita: 95%, carbonatos (dolomita): 5% Minerales accesorios: anhidrita.

Estructura: presenta unas bandas de pequeño espesor relativo constituidas por glomérulos de carbonato.

Textura: al microscopio se observa una masa de cristales anhedrales, con carbonato intercristalino, de halita sucia, que a veces engloba fantasmas de formas "chevron" que, en algunos casos, son del tamaño del cristal. La halita es muy rica en inclusiones de morfología cúbica, tanto - traslúcidas como opacas.

10.- HALITITA

Mineralogía: Halita: 90%, dolomita: 8%, anhidrita: 2 %.
Minerales accesorios: yeso.

Estructura: homogénea, con indicios de alguna lámina de anhidrita-carbonato de morfología alterada por - aparecer adaptada a posiciones intercristalinas de halita.

Textura: Indicios de formas "chevron" fosilizadas por - macricristales de halita. La halita, fundamentalmente primaria, presenta elementos cúbicos traslúcidos y no traslúcidos en su interior; dichos elementos aparecen alineados dentro de los cristales. También se observan inclusiones de un mineral acicular blanco en las zonas marginales. La dolomita es micrítica y microcristalina.

11.- HALITITA

Mineralogía: halita: 92%, dolomita: 8%
Minerales accesorios: mineral acicular blanco, principalmente en las zonas marginales de los cristales menores, (su caracter de inclusión y su pequeño tamaño dificultan su determinación, pudiendo tratarse posiblemente de polihalita).

Estructura: indicios de bandeado.

Textura: es una halita primaria (sucia) macrocristalina con carbonatos en masas coincidentes con sus - direcciones cristalográficas. Contiene masas - de cristales lenticulares huecos (moldes de disolución) asociadas a carbonatos micríticos. Hay algo de halita más clara, pero no totalmente límpida rellenando huecos de disolución.

12.- HALITITA

Mineralogía: halita: 84%, dolomita: 15%, anhidrita: 1%.

Estructura: homogénea, el carbonato micrítico intercristalino a veces define trazos de bandeado difuso.

Textura: a la mesoescala se observan formas "chevron" ("halite teeth") preferentemente con una cierta inclinación. Al microscopio predomina la halita macrocristalina y anhedral, existiendo cristales menores auhedrales. Hay procesos de disolución y reprecipitación en huecos (cristales de crecimiento en superficie libre).

5.- ROCA BANDEADA MARGA-ANHIDRITA-HALITA

Mineralogía: la composición mineralógica cuantitativa es muy vriable por lo que los porcentajes aquí expresados, determinados sobre sección delgada pueden experimentar notables variaciones, siendo función en gran parte de la zona de la roca a la que corresponda la preparación petrográfica.
carbonato: 43%, anhidrita: 35%, halita: 18%, cuarzo: 2%, micas: 1% y yeso 1%.

Estructura: bandeada, con bandas más o menos alteradas por los procesos de bastesis.

Textura: el carbonato es fundamentalmente micrítico, si bien también hay algunos mesocristales idiomorfos.
El cuarzo es detrítico y autigénico, siendo este último idiomorfo.
La anhidrita es de pequeño tamaño de cristal, en general del orden de 15 micras, existiendo algunos cristales mayores.
La halita es mesocristalina en la interfase -

marga-anhidrita y macrocristalina en los niveles más halíticos. La halita presenta anhidrita y carbonato idiomorfo en posición intercristalina e intracristalina marginal.

5.- ROCA BANDEADA ANHIDRITICO-HALITICO-MARGOSA

Mineralogía: (a escala de preparación, diferiendo por tanto de la composición cuantitativa del total de la roca).
Anhidrita: 40%, halita: 40%, carbonato: 15%, cuarzo: 10%, en forma de cuarzo idiomorfo y - de calcedonia. Yeso: 3% (seudomórfico de anhidrita) Micas: 2%.

Estructura: bandeada, ligeramente alterada por procesos secundarios.

Textura: la anhidrita presenta predominio de cristales del orden de 30 micras, los hay también mayores (90 micras, ,,,, 450 micras). En los tamaños mayores es más frecuente la yesificación. La halita es macrocristalina, con hábito desplazativo en los niveles anhidríticos y margosos. El nivel halítico, también macrocristalino, presenta inclusiones anhidríticas marginales, así como algunas pequeñas masas anhidríticas intercristalinas. También hay posibles bordes de disolución intercristalinos (con acumulación de impurezas, opacos.).

SONDEO LORCA 5

6.- YESO

Mineralogía: Yeso: 92%, dolomita: 8%.
Minerales accesorios: anhidrita como inclusiones y opacos.

Estructura: bandeada, debido a laminaciones más o menos - discontinuas de carbonato y con pequeñas glándulas de contorno difuso.

Textura: Predomina el mosaico microcristalino, si bien contiene glándulas constituidas por mesocristales preferentemente con extinción uniforme y muchas veces maclados. El carbonato es microcristalino.

7.- YESO

Mineralogía: yeso: 97%, dolomita: 2%, anhidrita: 1%

Estructura: replegada con indicios de glandularizaciones.

Textura: yeso en mosaico mesocristalino de contorno recto y extinción predominantemente uniforme.
El carbonato es microcristalino y está en masas irregulares y disperso. La anhidrita, en forma de pequeños cristales aparece como inclusión en el yeso.

13.- HALITITA

Mineralogía: halita: 90%, carbonato: 8%, anhidrita: 2%.

Estructura: homogénea, con indicios de bandeado difuso, debido a niveles más ricos en carbonato.

Textura: a la mesoescala se observa algo de "halite - teeth", a la microescala se observan cristales preferentemente anhedrales con carbonato intercristalino e intracristalino asociado a planos de esfoliación. Asociados a los carbonatos - hay algunas masas de cristales menores parcialmente disueltos, así como moldes de disolución de cristales idiomorfos lenticulares y tabulares. La anhidrita se encuentra como inclusiones marginales en la halita.

8.- HALITITA

Mineralogía: halita: 95%, dolomita: 3%, anhidrita: 2%. (porcentajes solo representativos a escala de preparación).

Estructura: homogénea con indicios de alguna delgada lámina de anhidrita, cuya morfología original ha - sido alterada por la blastesis de la sal.

Textura: se observa a la mesoescala algún cristal de halita tipo "teeth", cuya morfología viene definida por material intercristalino. Se observan algunos cristales de halita zonados. La proporción de halita secundaria, halita limpia, es - pequeña respecto al total de la muestra.
A la microescala y en posición intercristalina se observan indicios de masas laminares de carbonato micrítico con moldes de disolución de sal no isométricos.

8.- HALITITA

Mineralogía: halita: 95%

Estructura: homogénea.

Textura: macrocristalina, anhedral, se observa material carbonático micrítico inter e intracristalino.

9.- ANHIDRITA-MARGA

Mineralogía: al estar la muestra compuesta por dos tipos petrológicos creemos indicado exponer la mineralogía de cada uno de ellos, si bien hay que hacer notar que existe una zona mixta de interfase entre ambos.
Nivel anhidrítico: anhidrita: 80%, dolomita: 15%, cuarzo (calcedonia y cuarzo idiomorfo):3% yeso: 2% (fundamentalmente como cemento, algo seudomórfico de anhidrita).
Nivel margoso: carbonato: 65%, cuarzo, 20%, yeso: 5%, micas: 6%, opacos: 4%.
Minerales accesorios: glauconita y anhidrita.

Estructura: la anhidrita presenta estructura bandeada definida por bandas de carbonato ligeramente margoso cuya morfología original ha sido alterada, a ellas aparecen asociadas algunas glándulas de yeso.
El nivel margoso es más homogéneo.

Textura: La anhidrita es muy criptocristalina, predominando los cristales de 30 a 60 micras, el carbonato a ella asociado es micrítico.
El carbonato del nivel margoso es de un tamaño medio de cristal considerablemente mayor; junto a carbonato micrítico aparecen cristales idiomorfos o subidiomorfos del orden de 0,2 mm
Abundan los fósiles: foraminíferos tanto enteros como fragmentados.

9.- ANHIDRITA YESIFERO-MARGOSA, algo halítica

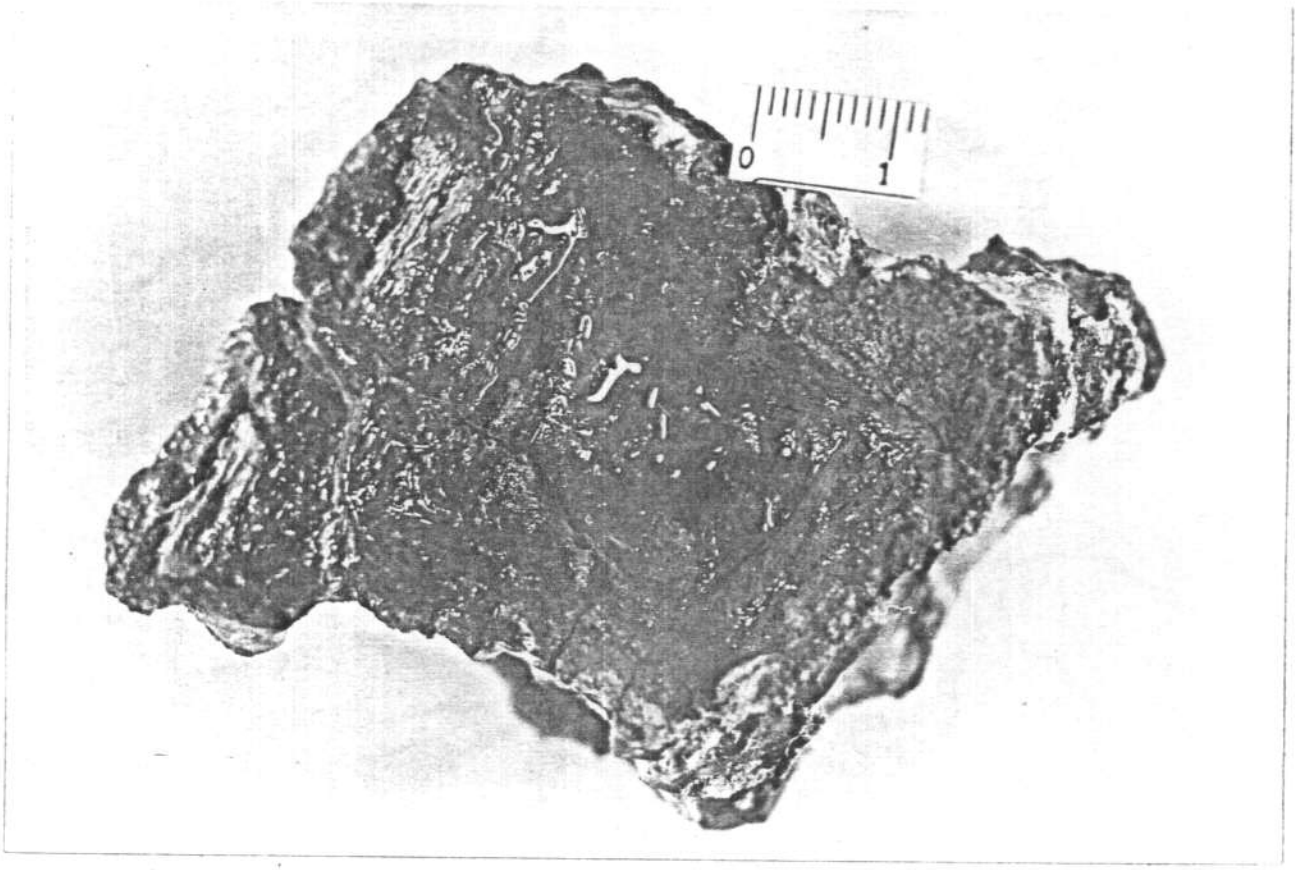
Mineralogía: anhidrita: 40%, yeso: 35%, halita: 20%, carbonato: 5%.
Minerales accesorios: micas y opacos. (Estos datos cuantitativos corresponden a sección petrográfica y son por tanto poco representativos).

Estructura: enterolítica.

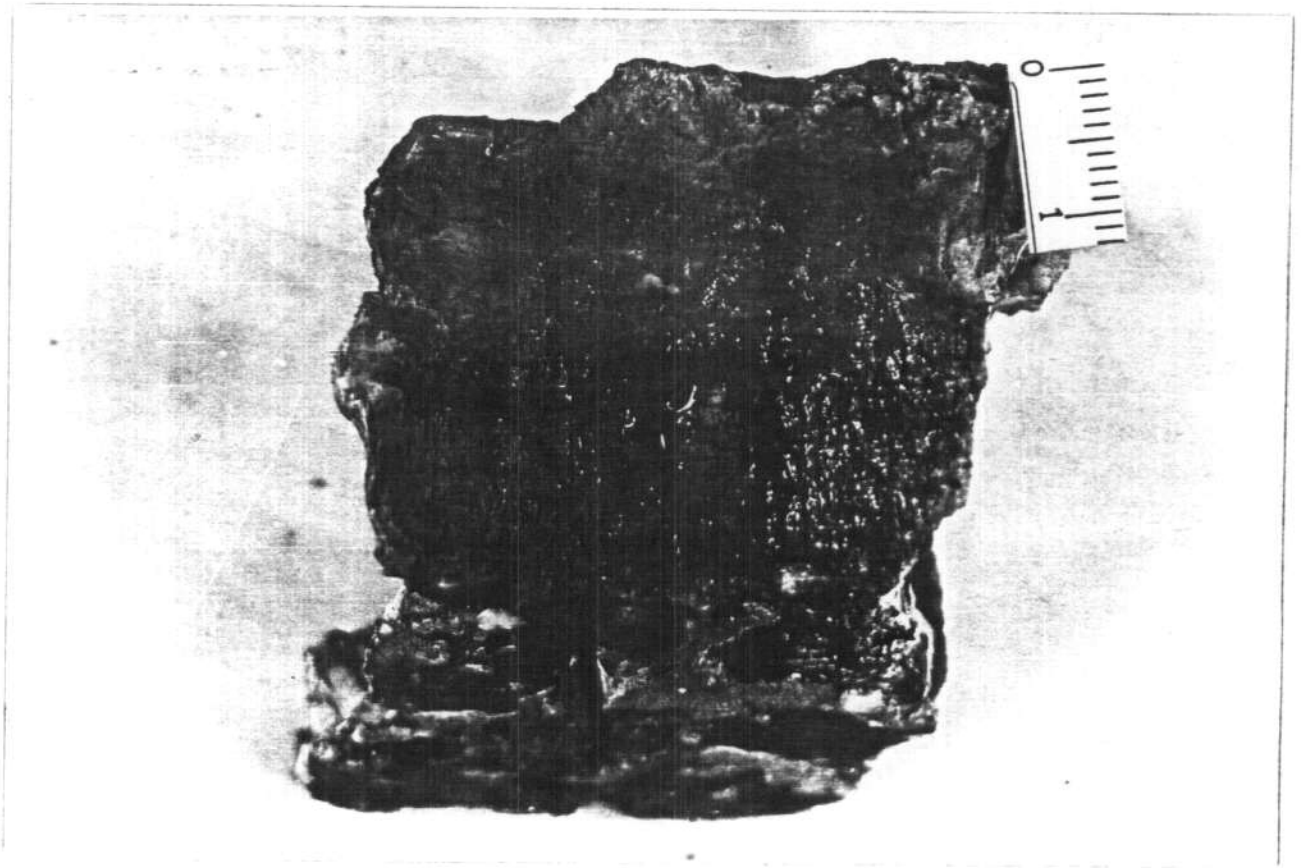
Textura: el yeso aparece en masas de contorno redondeado con formas fibrosas marginales; en su parte central presenta mosaico micro y mesocristalino; engloba grandes cristales esqueléticos - de anhidrita.
La anhidrita es de tamaño de cristal muy variable, estando los cristales mayores frecuentemente yesificados.
Las masas-bandas carbonáticas son micríticas, con abundantes opacos y algunas micas.

9.2. FOTO DE LOS SONDEOS LORCA-4 Y LORCA-5

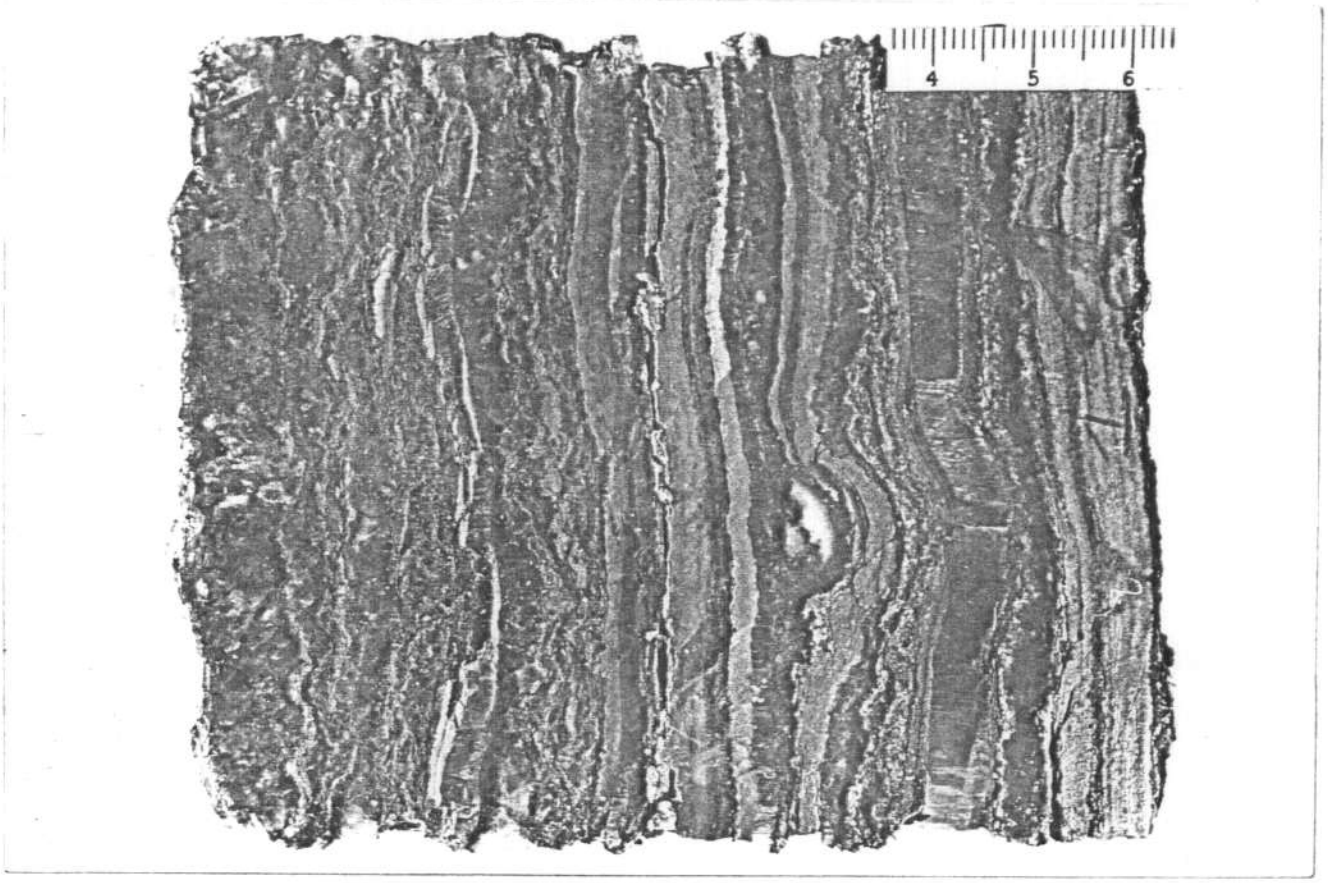
CRISTAL DE HALITA DE LA MUESTRA 2(LORCA-4)(DH)(pyramidal halite)



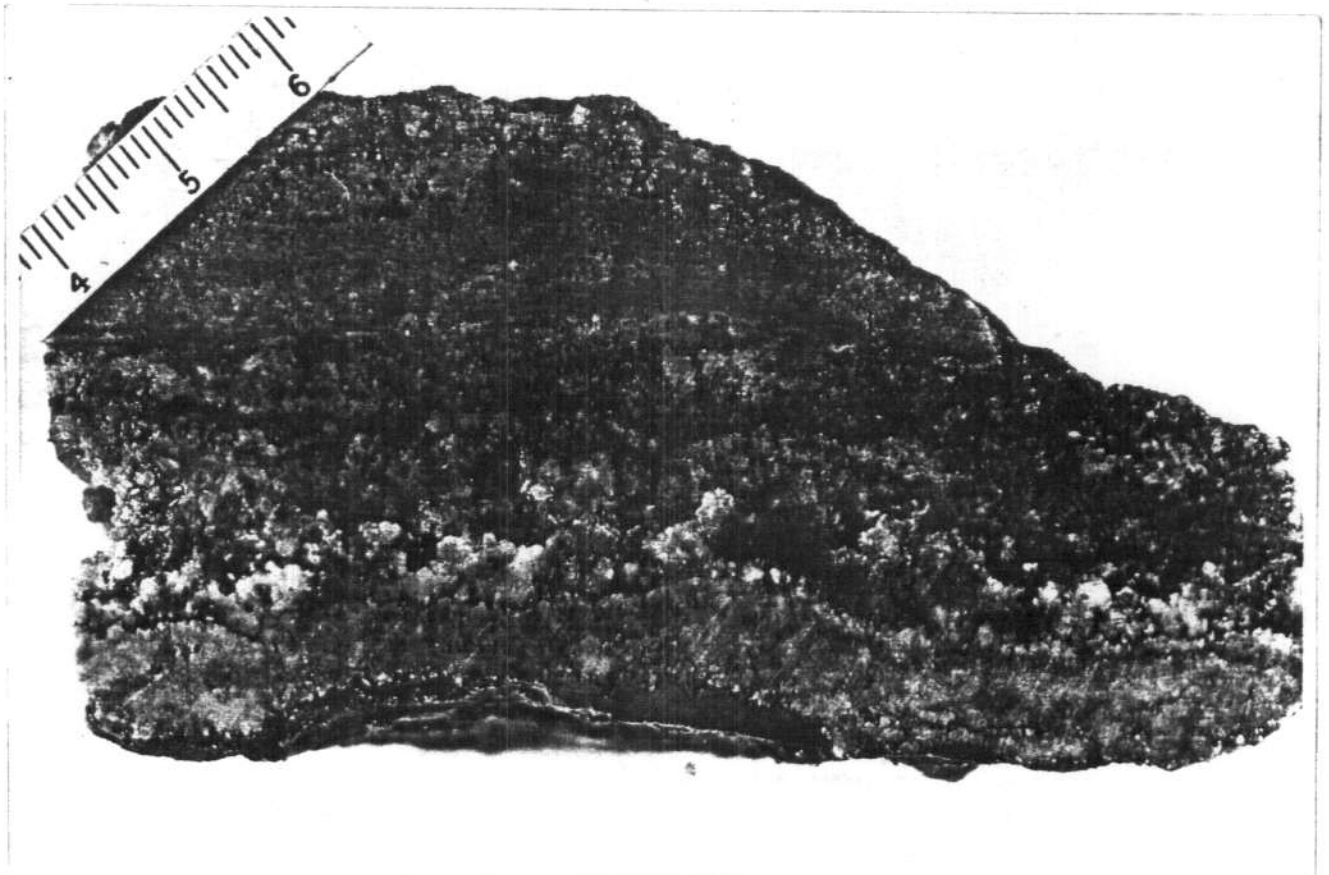
Vista superior.



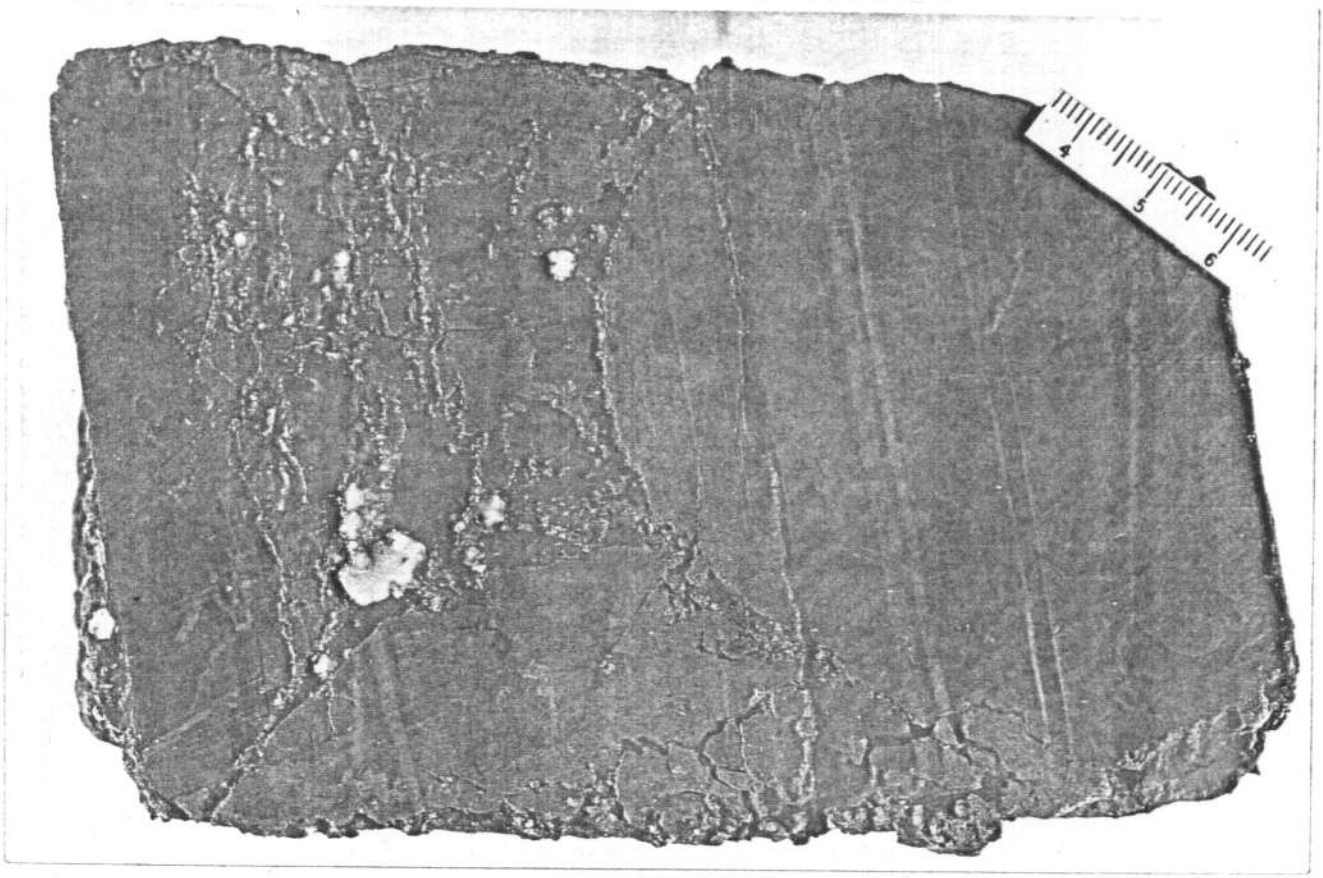
Vista frontal.



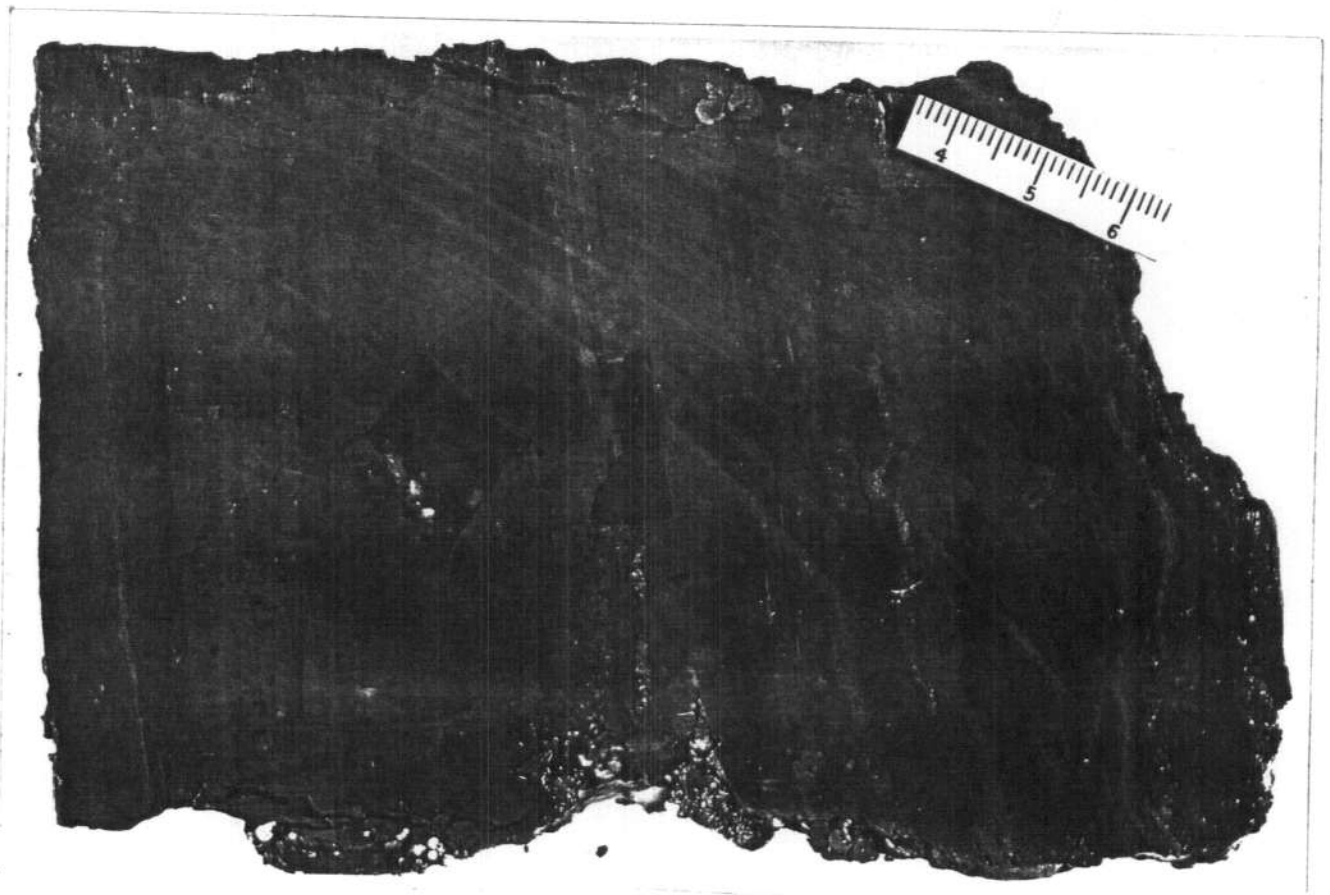
1.- (LORCA 4) 42,0 - 43,0 m.



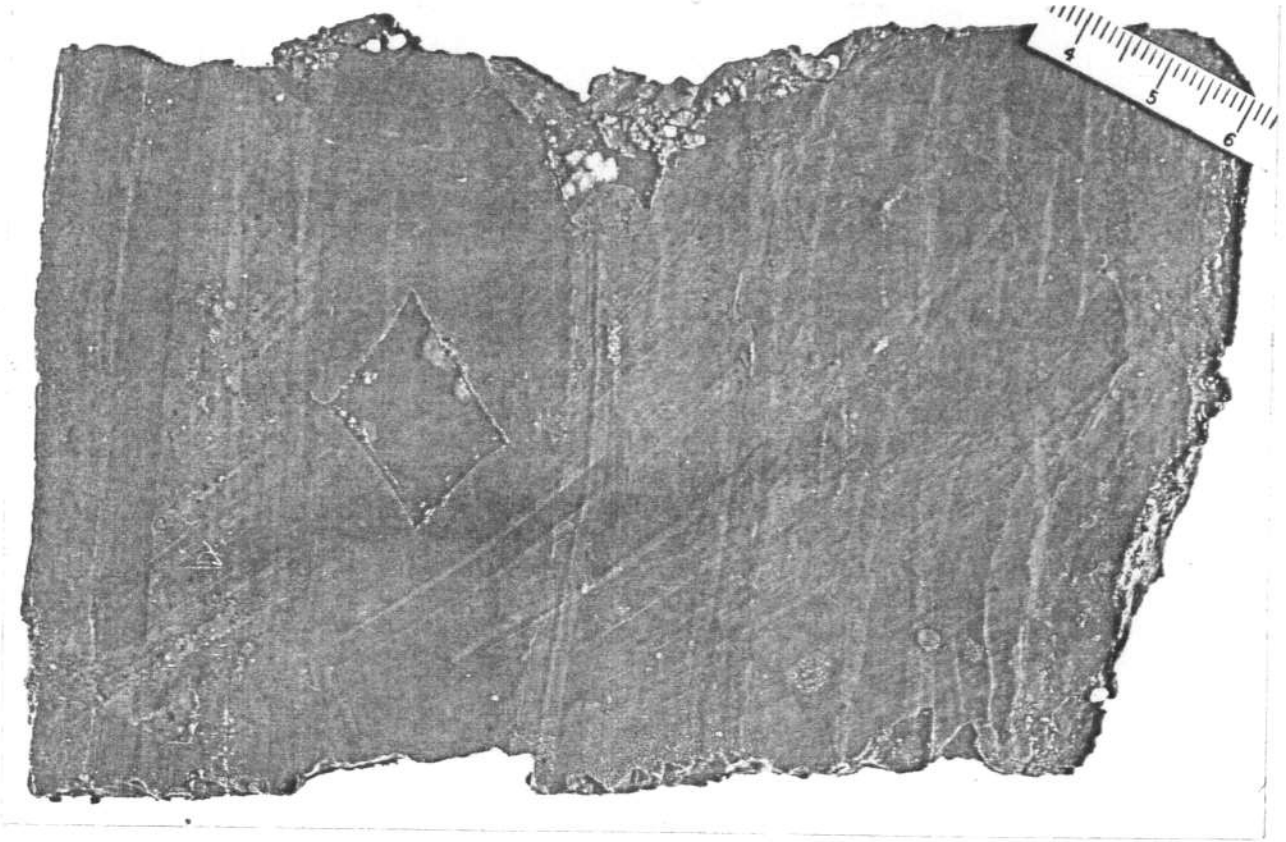
4.- (LORCA 4) 62,70 - 64,70 m ANHIDRITA



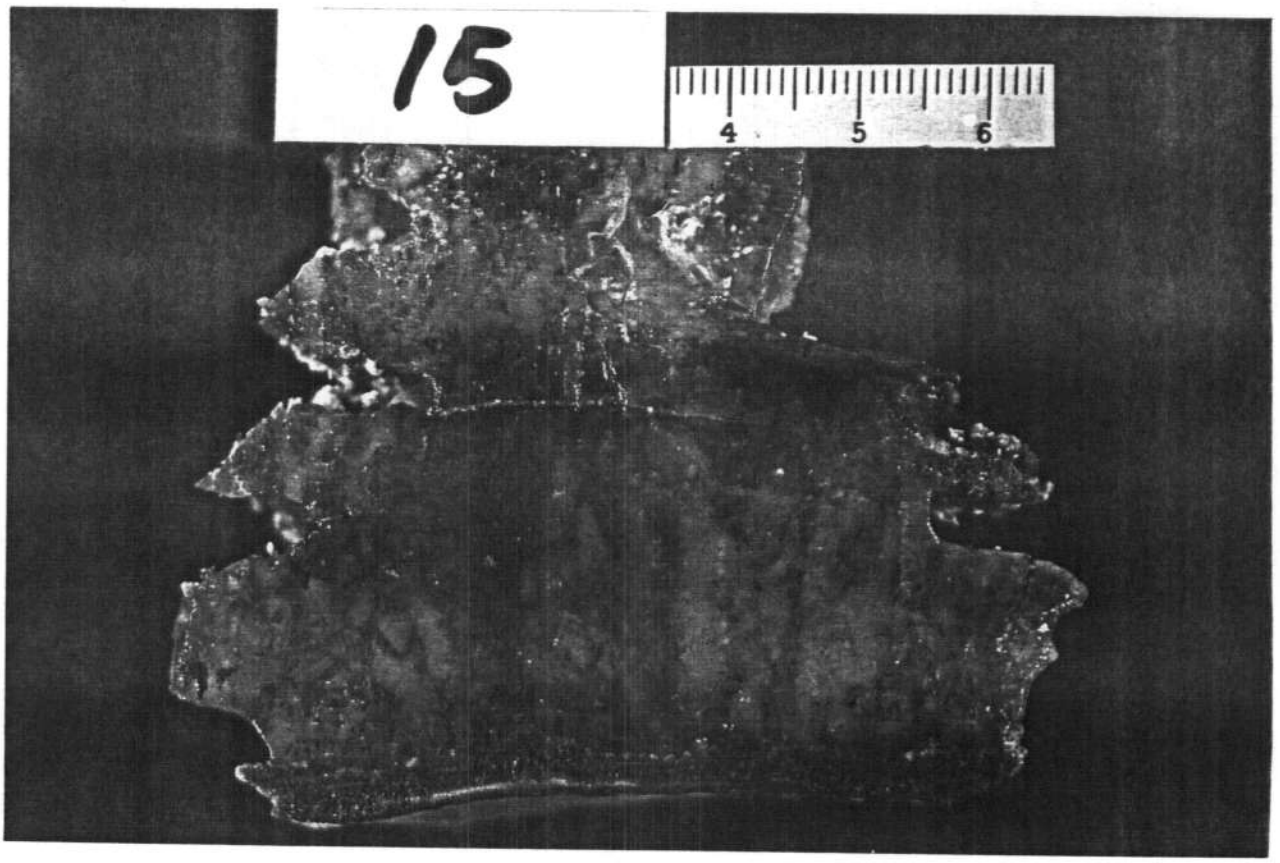
2.- (LORCA 4) 83,25 - 84,25 m
ESTRUCTURA (DH)



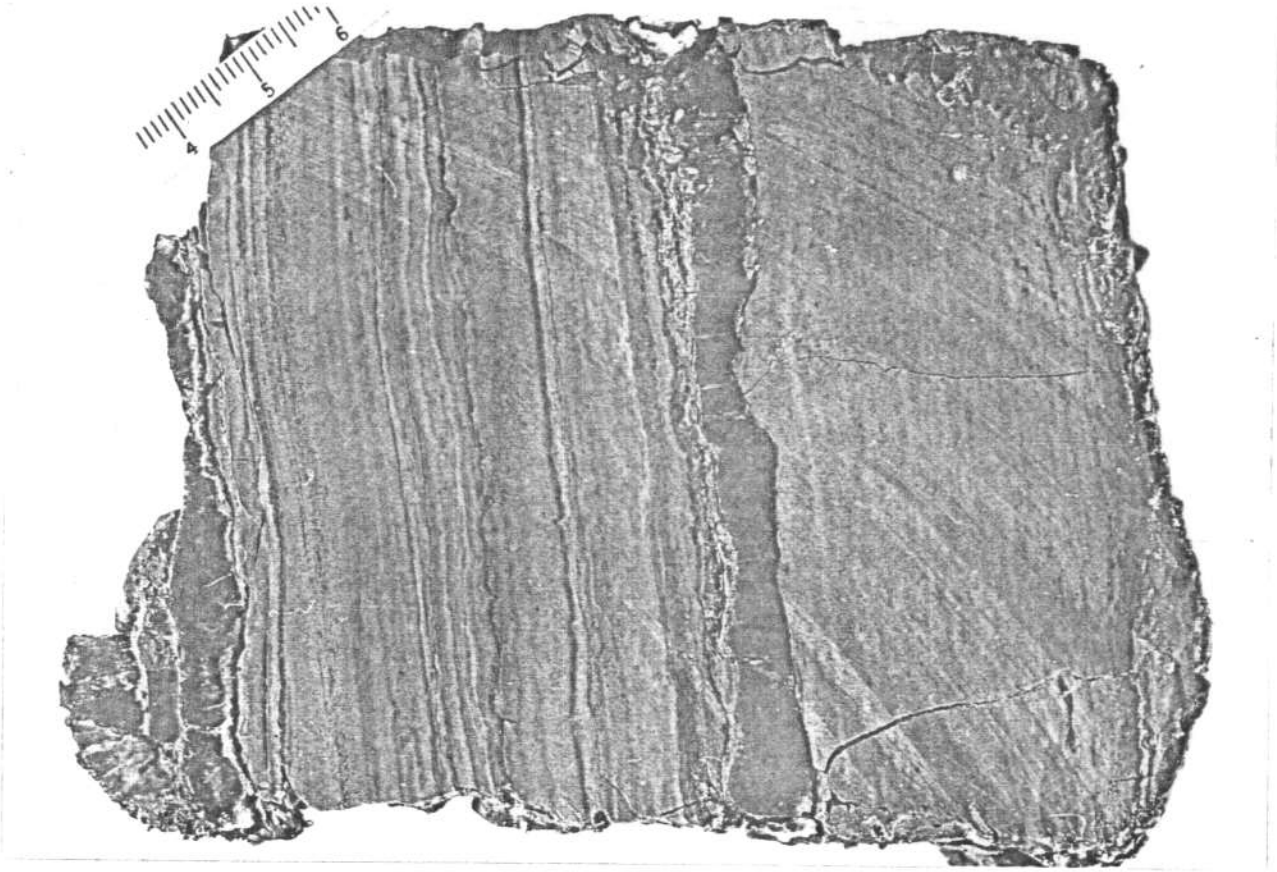
2.- IDEM.- SECCIONES DE HALITA



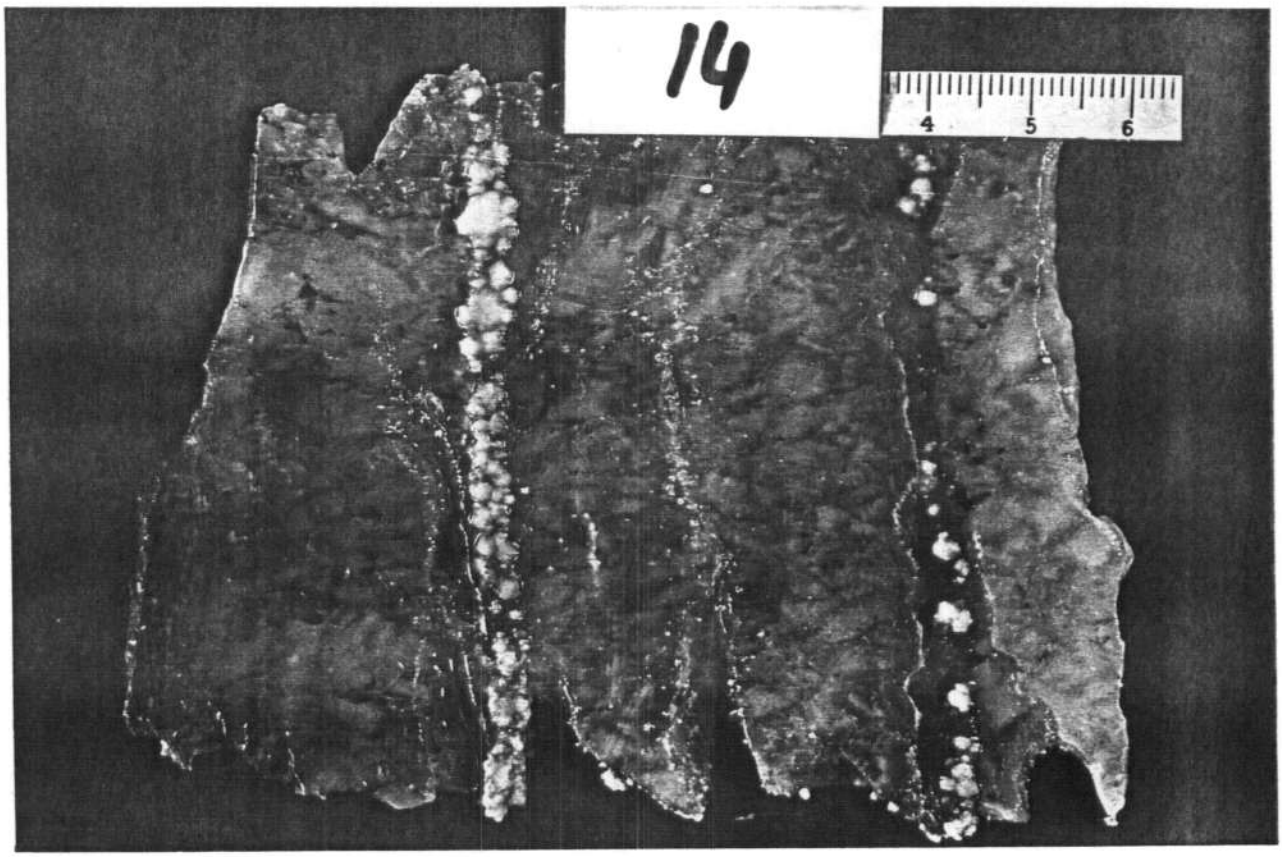
2.- (LORCA 4) 83,25 - 84,25 m



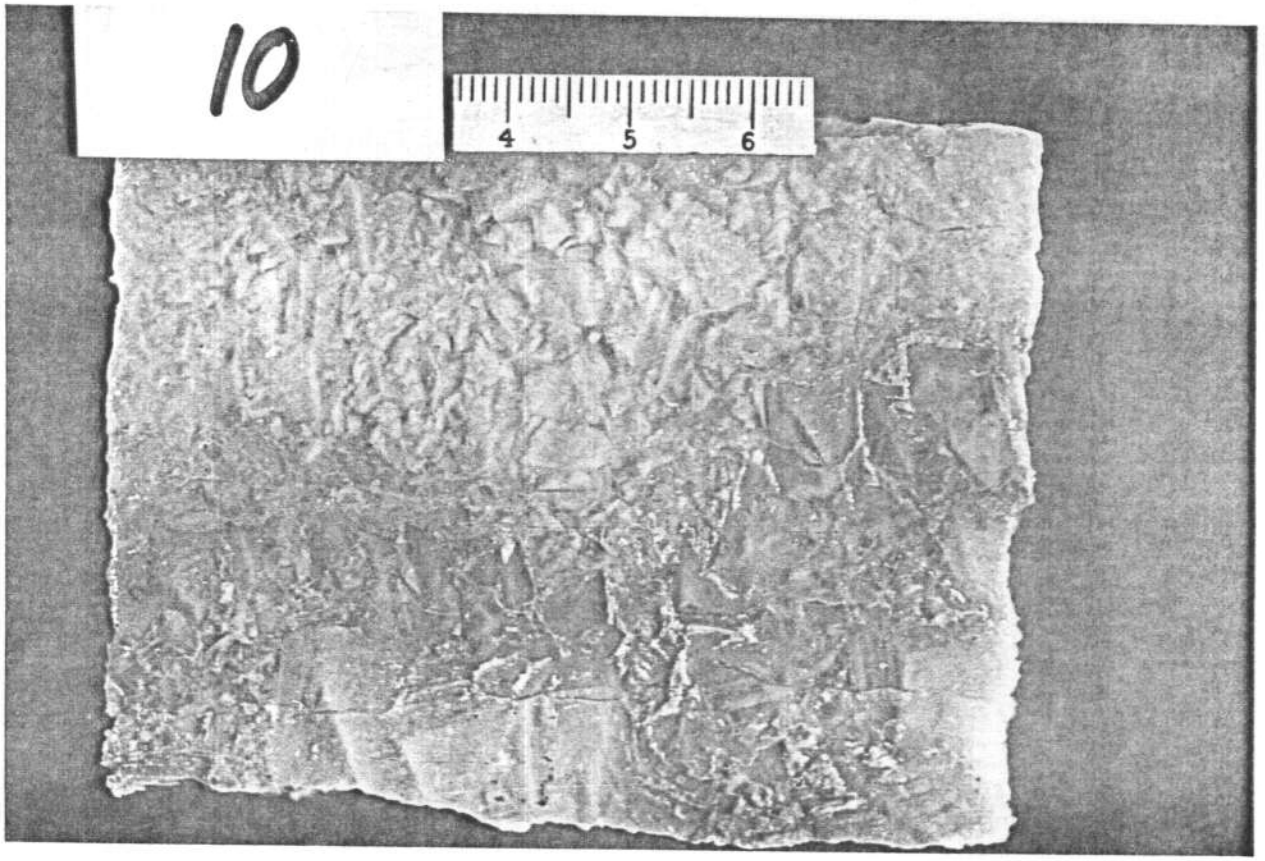
15.- (LORCA 4) 67,70 - 68,70 m.

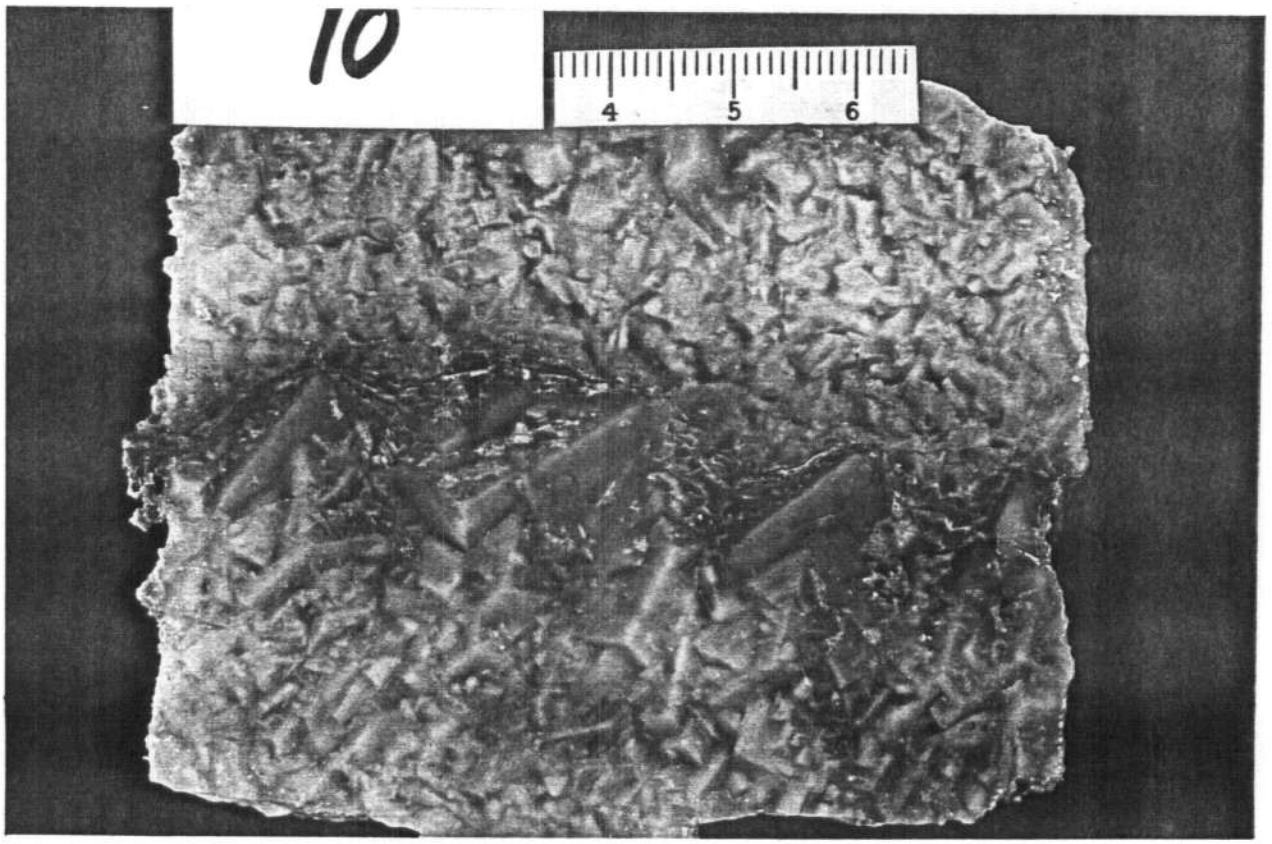


3.- (LORCA 4) 91,80 - 92,70
ARCILLAS CON LAMINACIONES Y NIVELES DE
DE YESO FIBROSO.

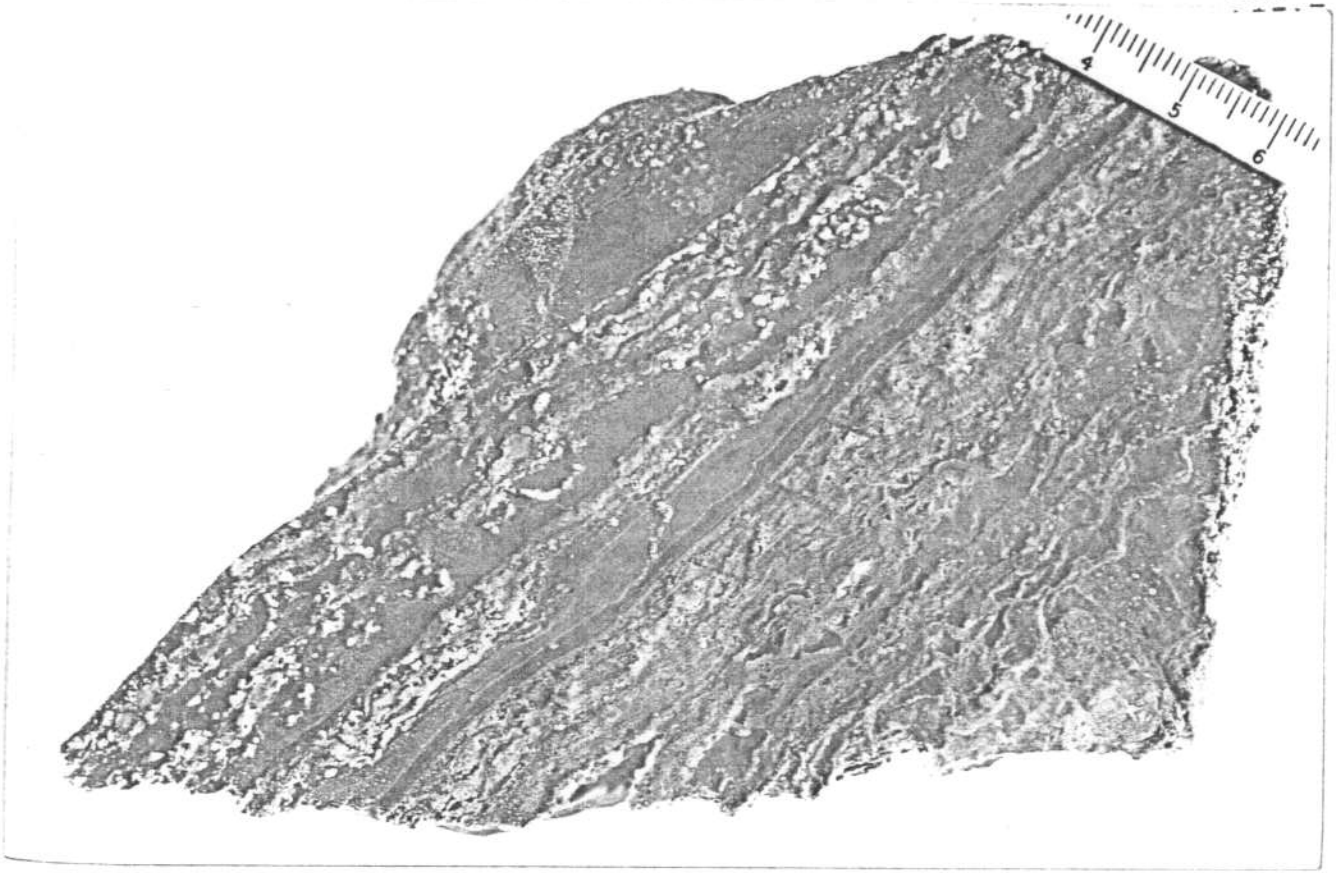


14.- (LORCA 4) 90,8 - 91,8 m.

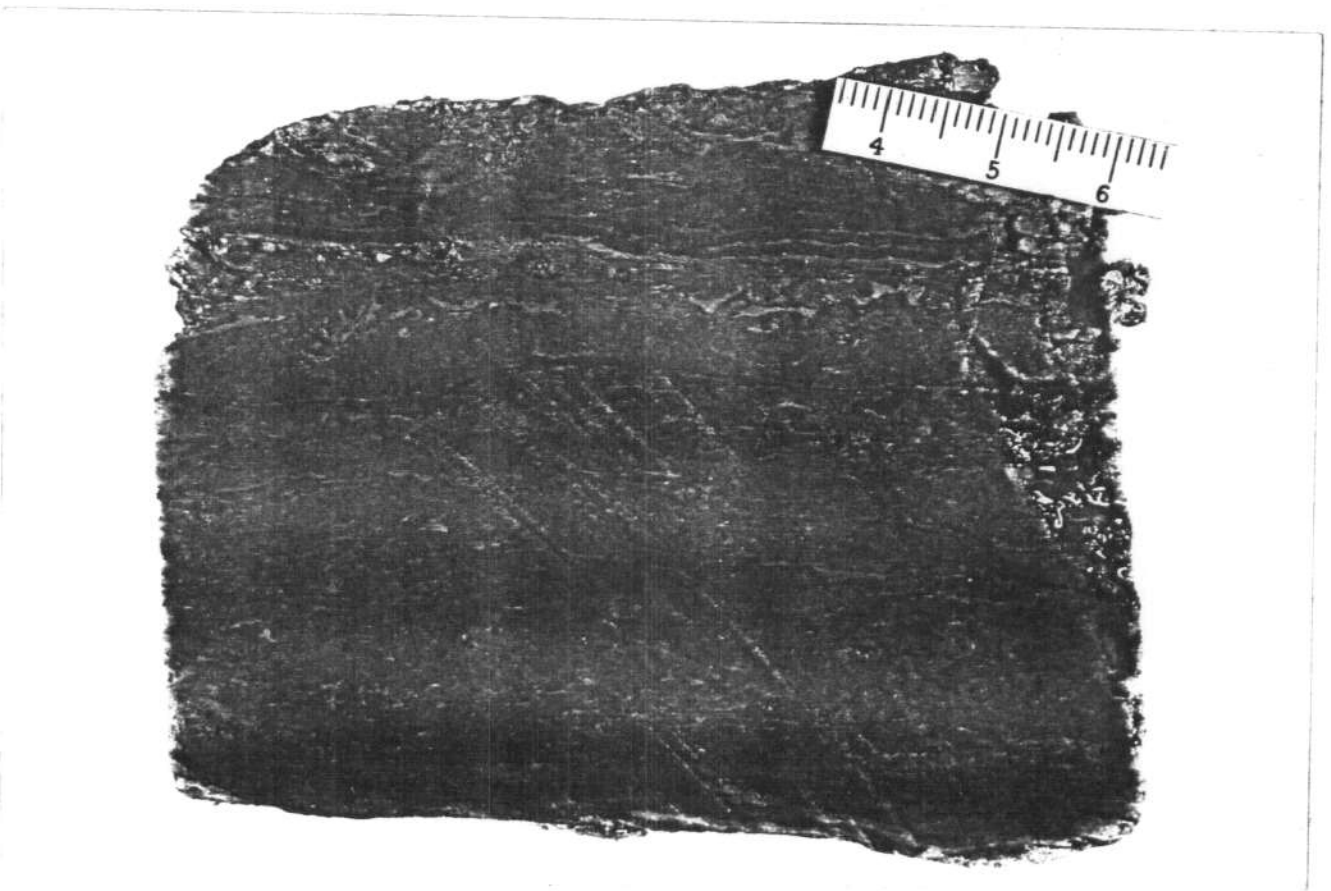




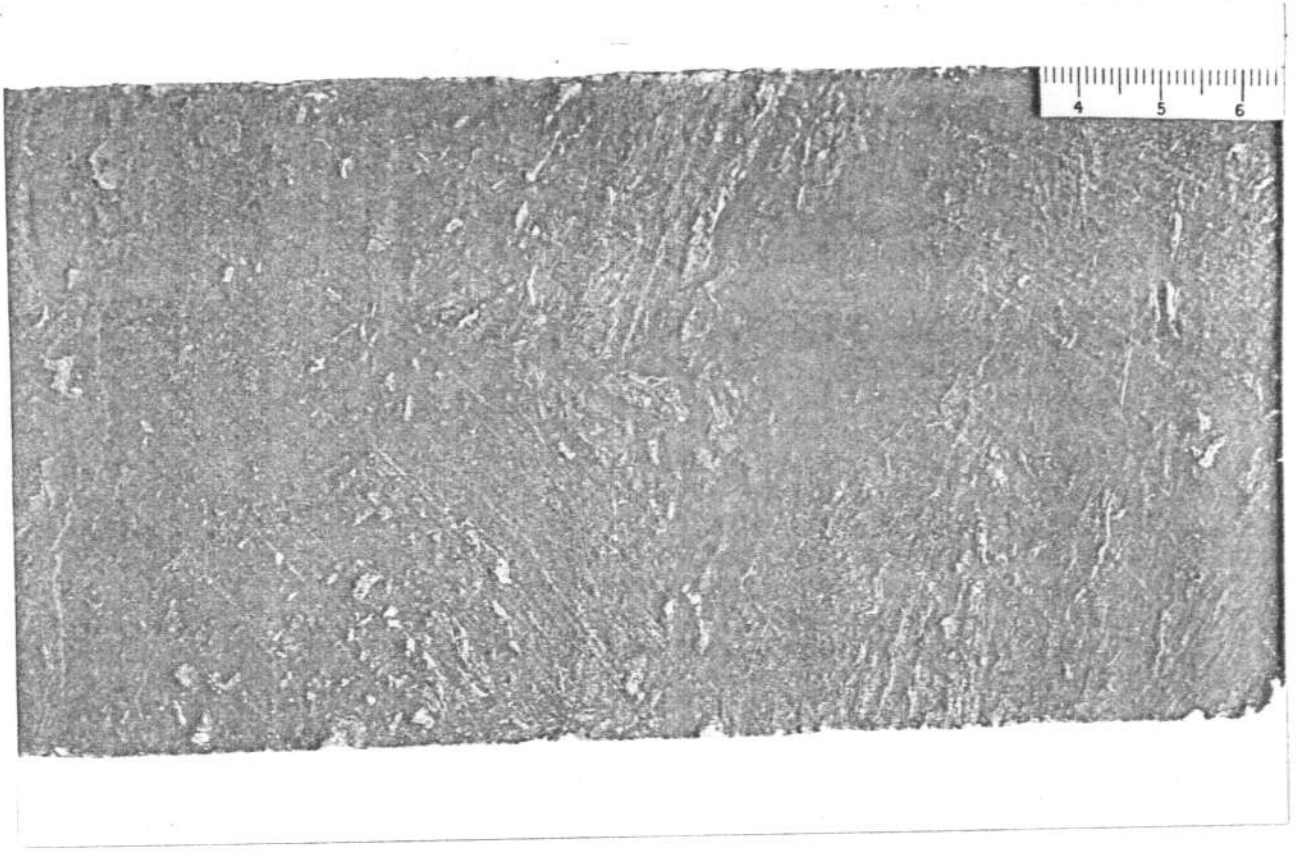
10.- (LORCA 4) 200 - 201 m.



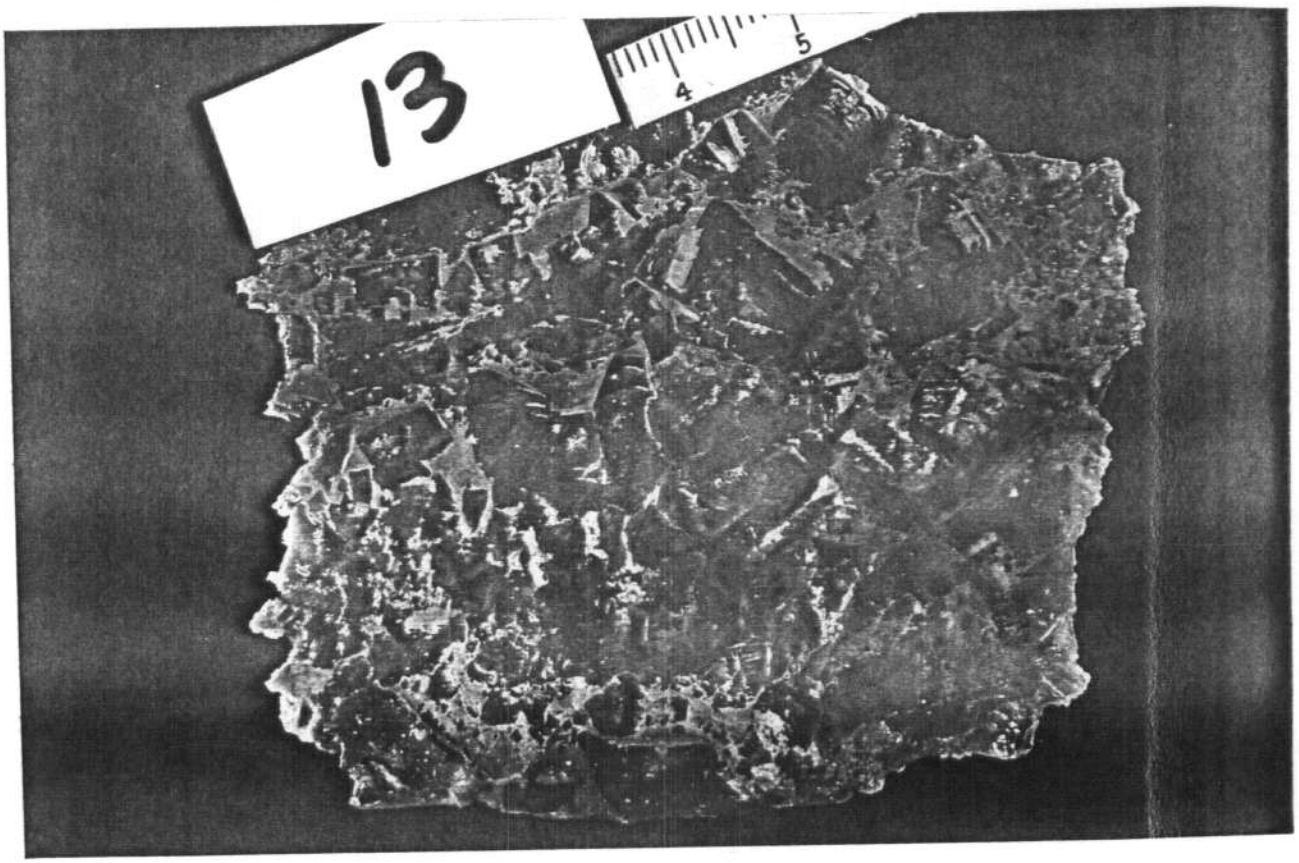
5.- (LORCA 4) 291,75 - 294,75 m



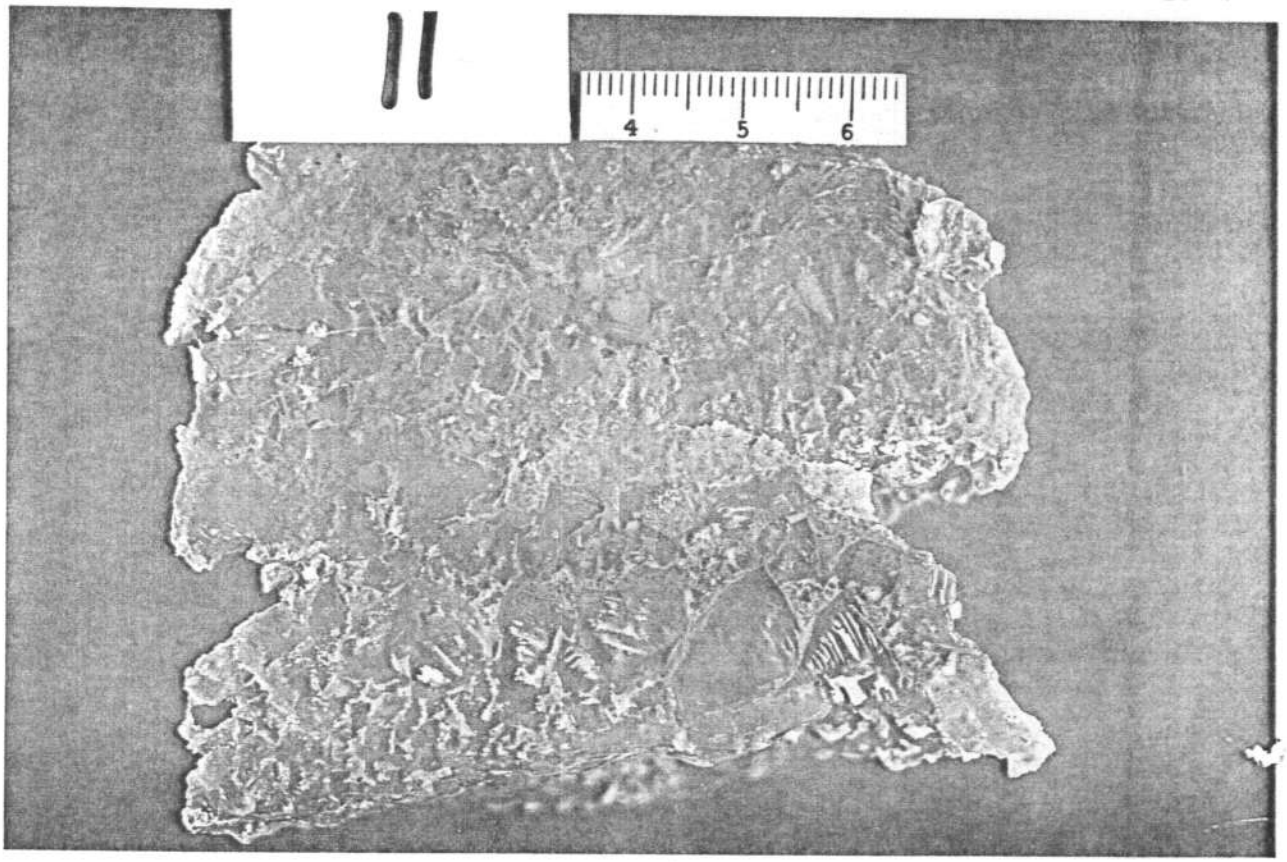
6.- (LORCA 5) 69,10 - 70,10 m



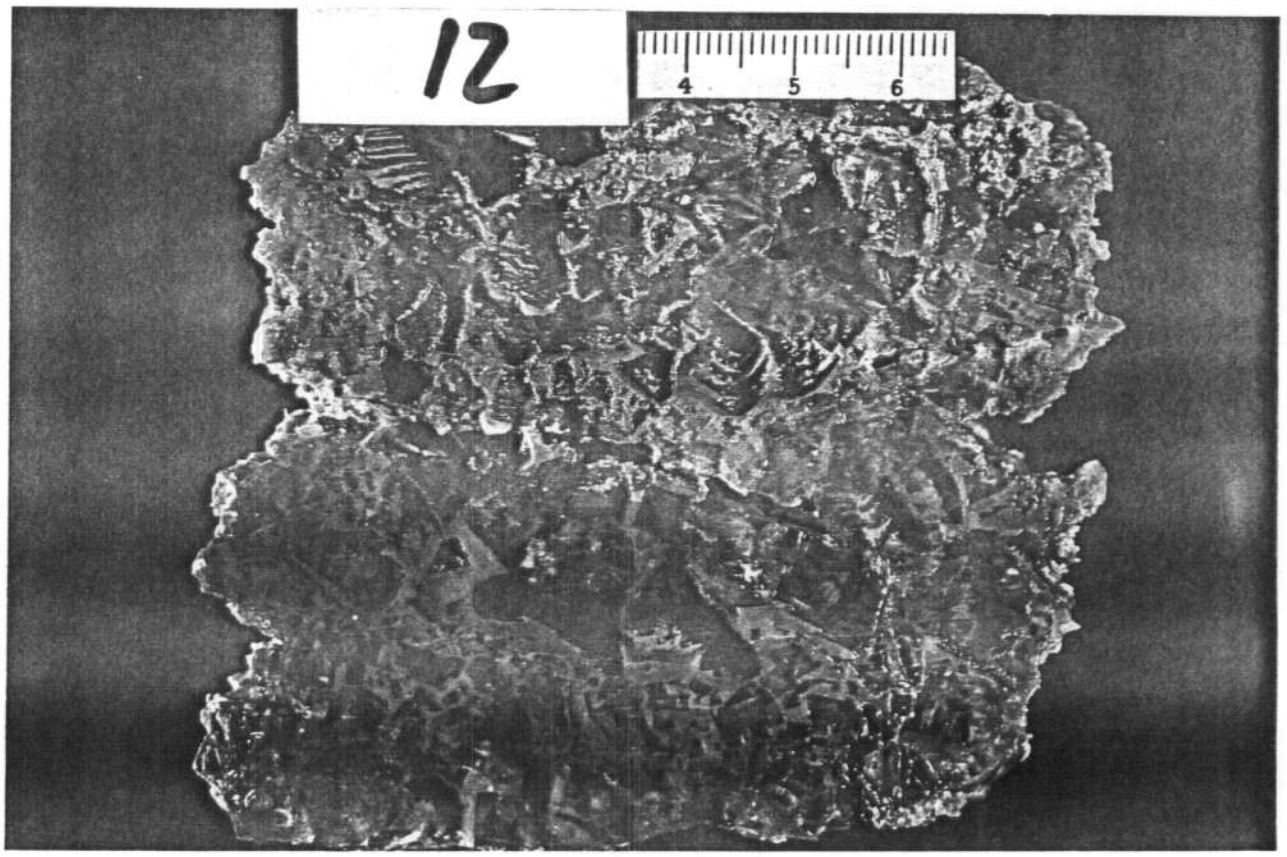
7.- (LORCA 5) 113,15 - 114,15 m



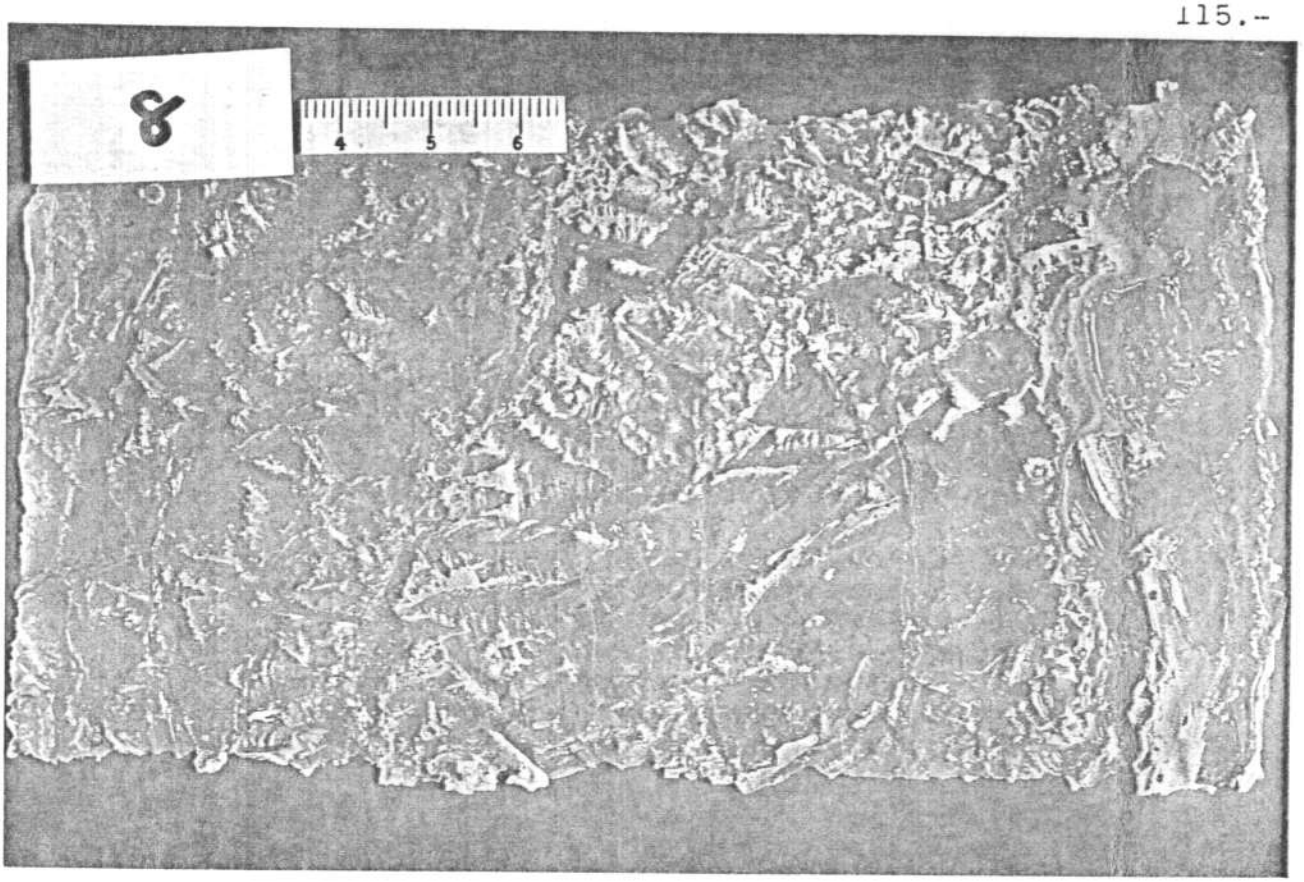
13.- (LORCA 5) 116,25 - 117,25 m

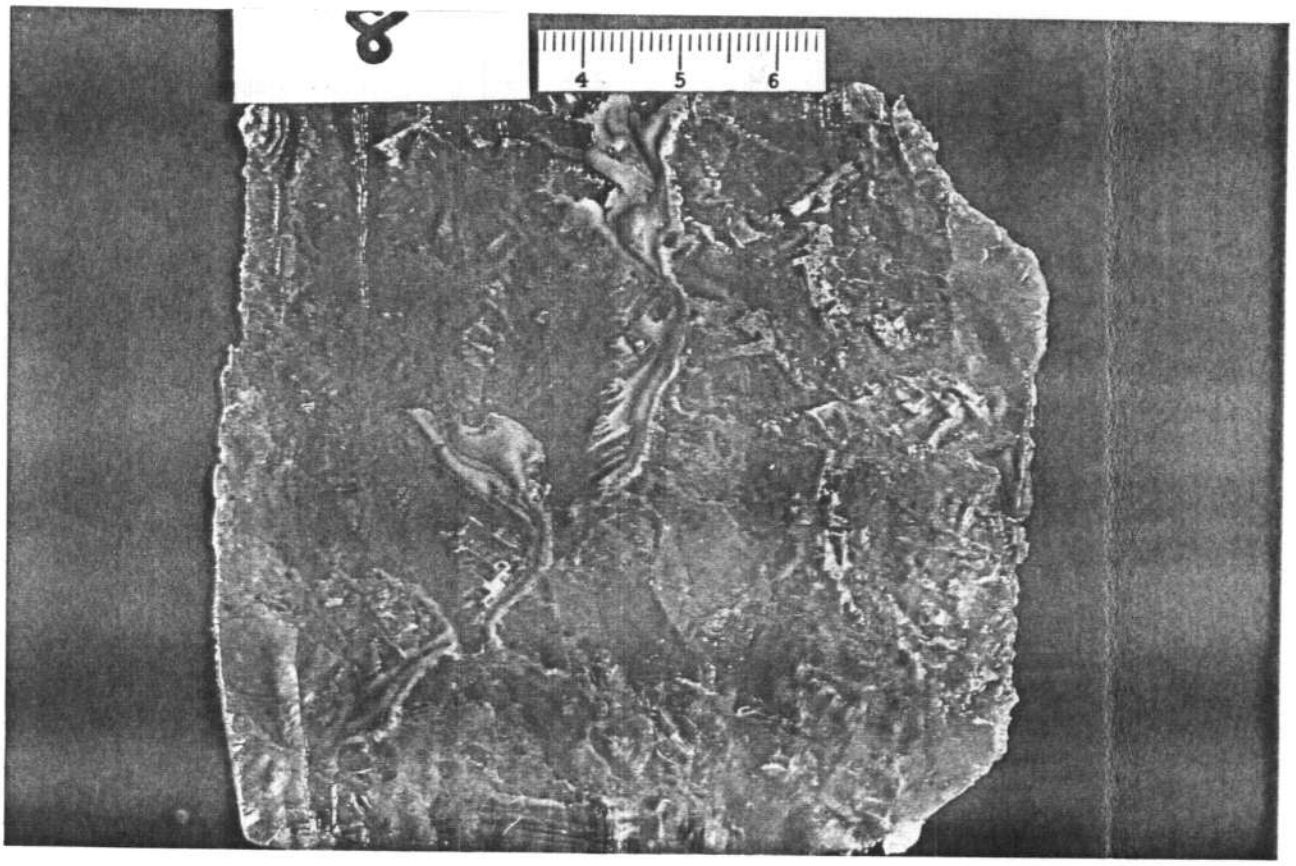


11.- (LORCA 4) 241 - 242 m.

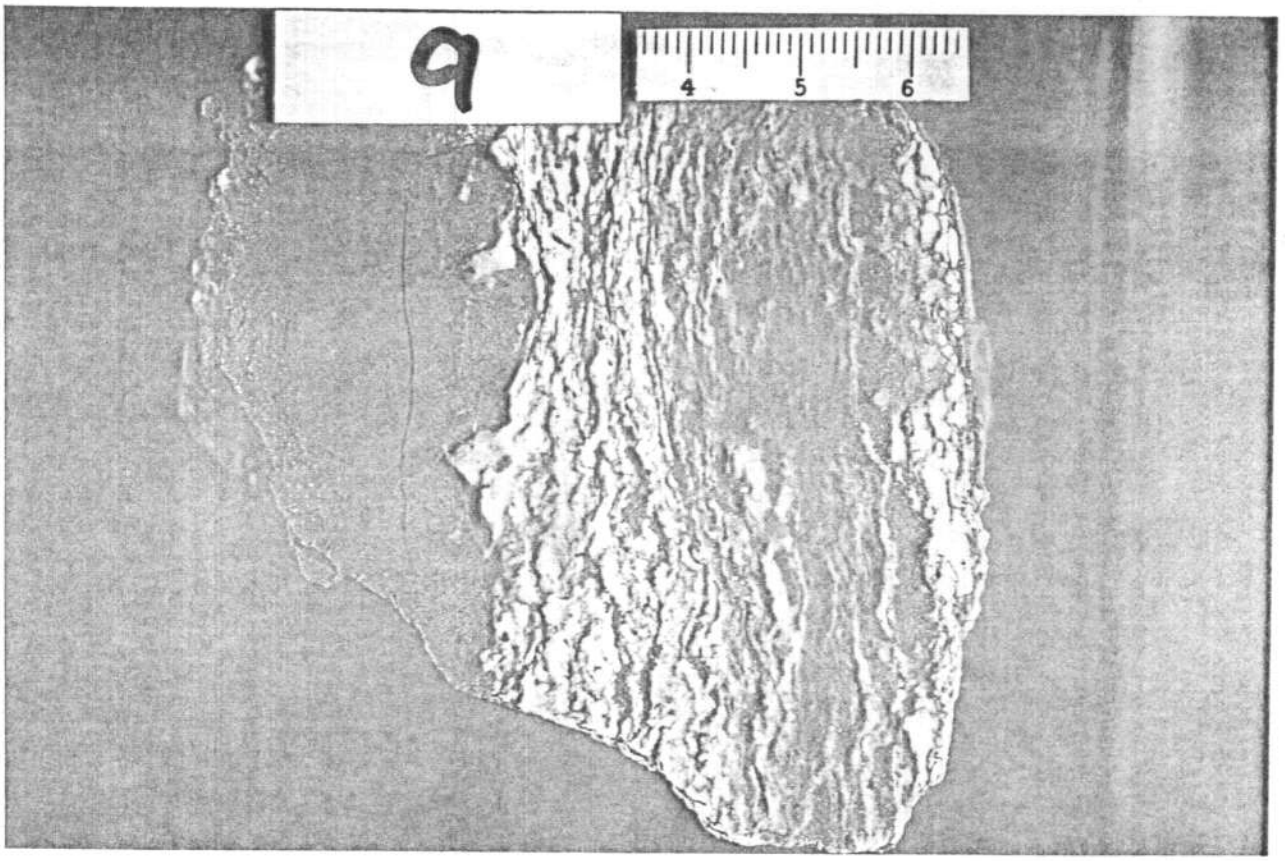


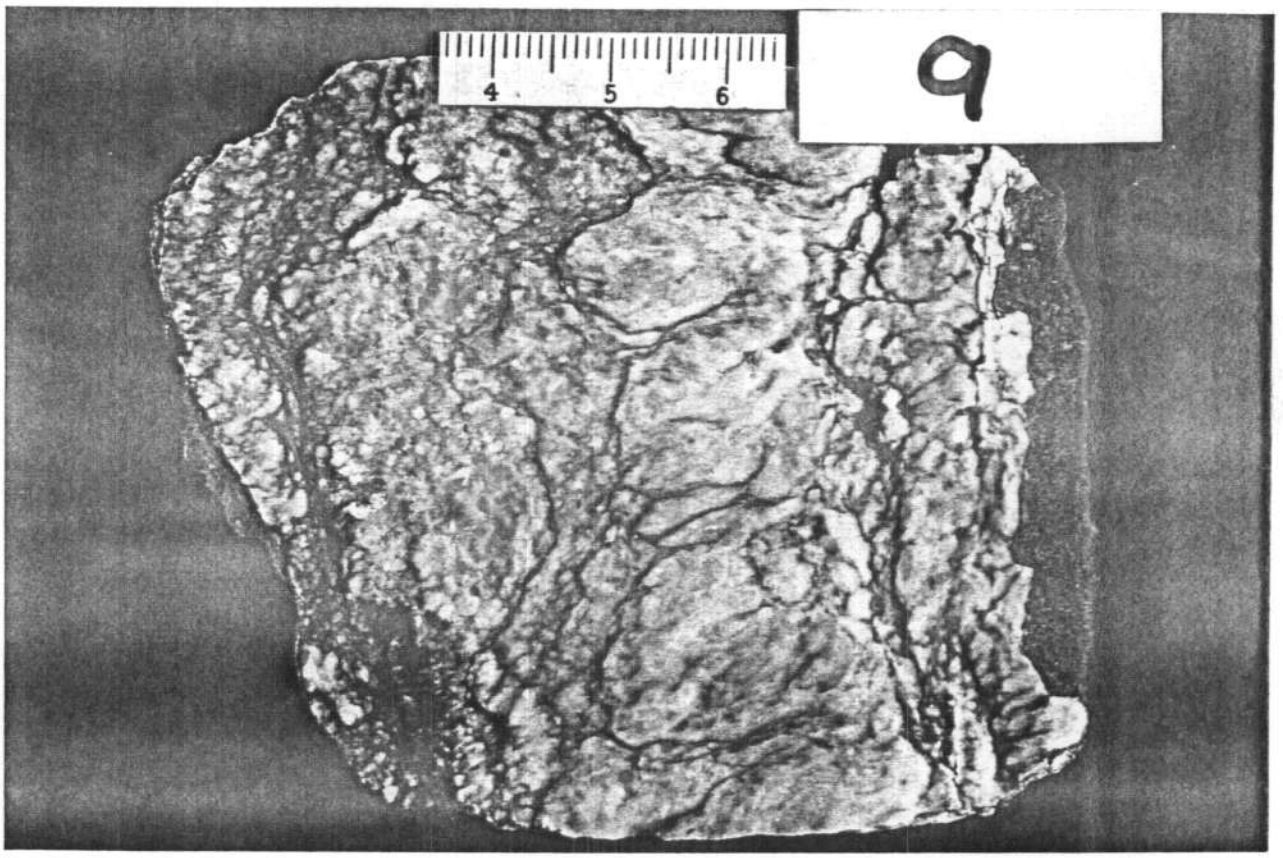
12.- (LORCA 4) 249 - 250 m.





8.- (LORCA 5) 137,55 - 138,55 m





9.- (LORCA 5) 158,20 - 159,20 m

9.3. ANALISIS CUANTITATIVOS DE CRUDO

n/ref.: 2.298 s/ref.: 801/82 9-12-82

SONDEO LORCA Nº 1

Rfa. Muestra	Cont. Bitumen l/t
23,50- 24,40	5,-
39,70- 41,00	5,-
41,00- 42,00	2,-
48,80- 49,80	5,-
49,80- 50,80	20,-
54,90- 55,90	10,-
55,90- 57,00	8,-
58,00- 59,30	5,-
59,30- 60,30	2,-
60,30- 61,30	5,-
61,30- 62,30	5,-
62,30- 63,30	2,-
63,30- 64,00	2,-
68,50- 69,25	5,-
69,25- 70,00	5,-
70,40- 71,40	8,-
71,40- 72,50	5,-
72,50- 73,50	5,-
73,50- 74,70	10,-
75,30- 76,30	10,-
76,30- 77,05	5,-
77,05- 77,80	10,-
77,80- 78,80	5,-
78,80- 80,00	10,-
80,00- 81,00	3,-
81,00- 82,00	5,-
86,30- 87,30	6,-
87,30- 88,05	17,-
88,05- 88,80	24
89,70- 91,00	7,-
91,00- 92,00	5,-
92,00- 93,00	5,-
93,00- 94,00	5,-
94,00- 95,00	8,-
95,00- 96,00	7,-
98,30- 99,30	10,-
99,30- 100,30	15,-
100,30-101,50	20,-
101,80- 102,90	2,-
106,40- 107,50	5,-
107,50- 108,50	10,-
108,50- 109,40	22,-
109,40- 110,10	20,-
121,00- 122,00	8,-
122,00- 123,00	5,-
123,00- 124,00	5,-
124,00- 125,00	5,-
135,00- 136,00	8,-
136,00- 137,00	10,-
137,00- 138,00	10,-
138,00- 139,00	5,-
139,00- 140,00	5,-

..../.....

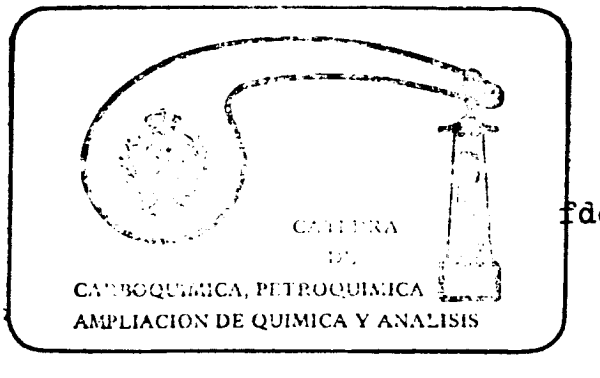
SONDEO LORCA Nº 2

Rfa. Muestra	Cont. Bitumen l/t	Rfa. Muestra	Cont. Bitumen l/t
33,70- 34,70	5,-	52,90- 54,20	10,-
34,70- 35,20	10,-	59,25- 60,35	10,-
38,40- 39,40	2,-	60,35- 61,35	5,-
39,40- 40,40	5,-	61,35- 62,70	10,-
40,40- 41,40	5,-	63,10- 64,10	7,-
41,40- 42,40	5,-	65,50- 66,50	10,-
42,40- 43,40	5,-	66,50- 67,30	10,-
43,40- 44,00	8,-	67,30- 67,90	10,-
44,70- 45,40	5,-	72,20- 72,50	5,-
48,50- 49,50	8,-		
49,50- 50,50	10,-		
50,50- 51,65	7,-		

SONDEO LORCA Nº 3

Rfa. Muestra	Cont. Bitumen l/t	Rfa. Muestra	Cont. Bitumen l/t
40,80- 41,80	7,-	55,10- 55,60	5,-
41,80- 42,80	2,-	59,30- 59,80	2,-
42,80- 43,80	5,-	61,50- 62,40	5,-
43,80- 44,75	10,-	67,25- 68,05	5,-
44,75- 45,75	8,-	68,05- 69,05	5,-
45,75- 47,05	5,-	69,05- 70,00	5,-
47,95- 48,95	4,-	76,70- 77,70	2,-
48,95- 49,60	2,-	77,70- 78,20	4,-
54,00- 54,80	10,-		

Madrid, 27 de Enero de 1.983



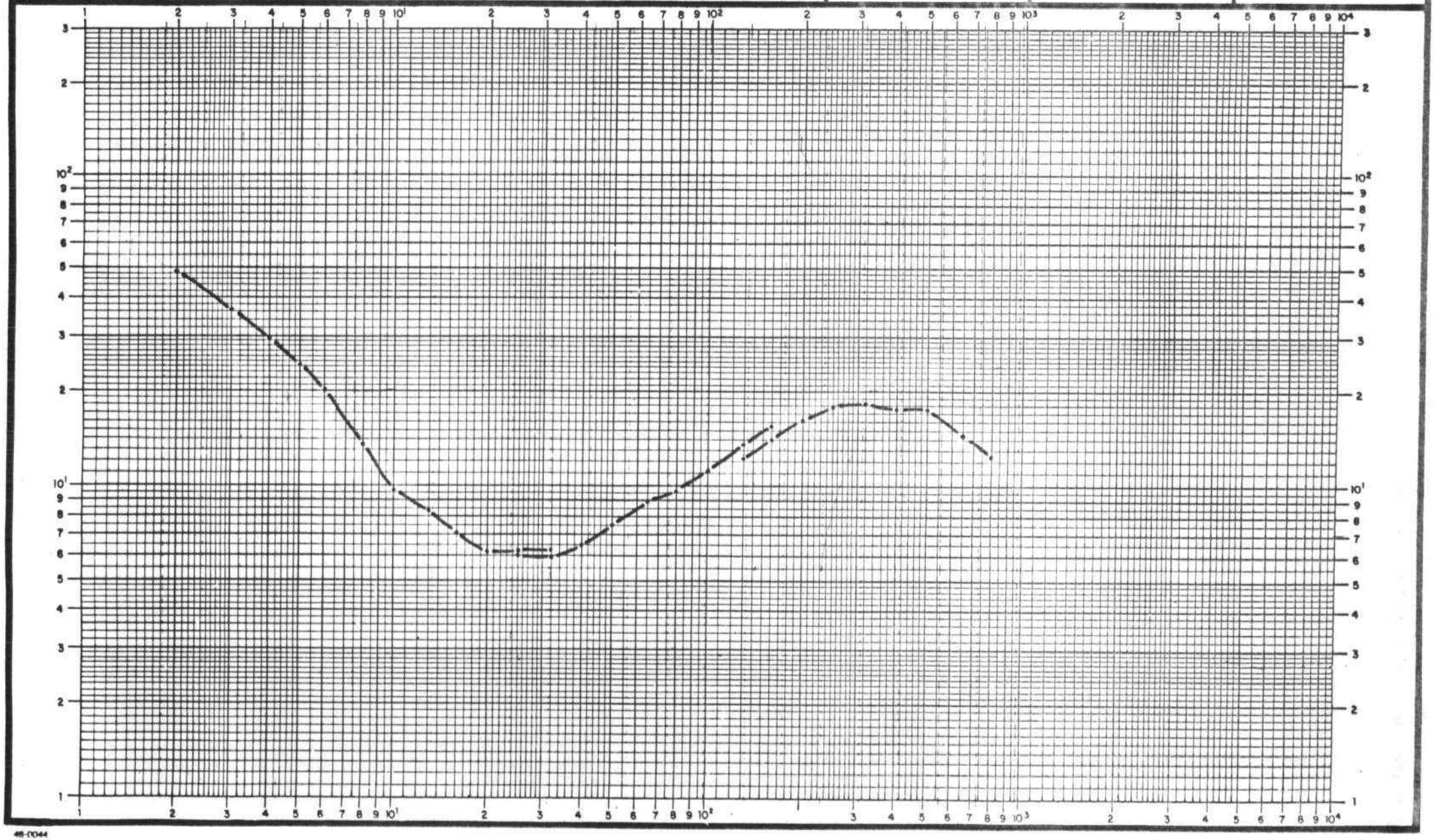
P.O.

fdo: Emilio Llorente Gómez

9.4. INTERPRETACION DE LAS CURVAS DE LOS S.E.V.

UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CSPSA

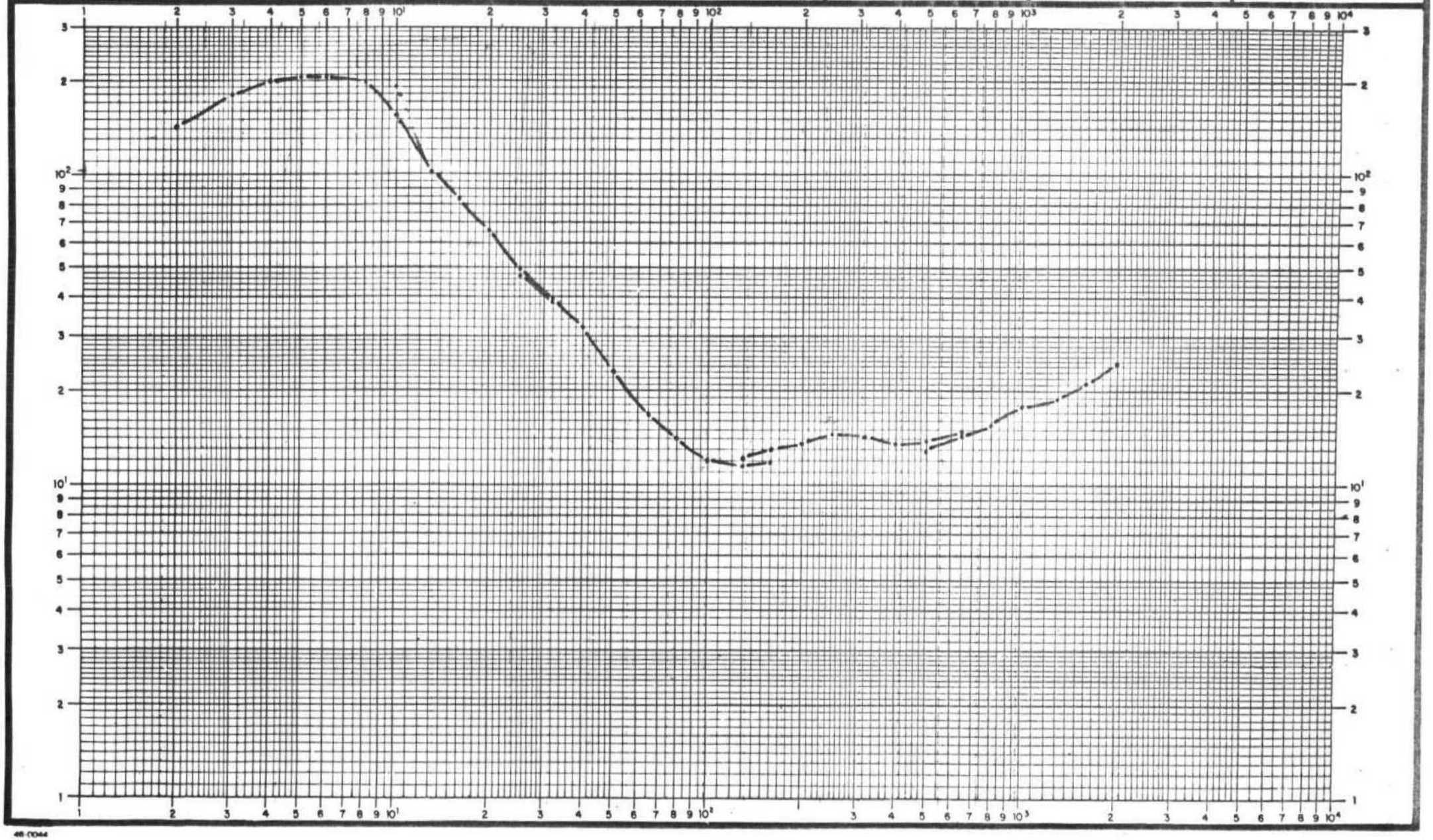
PROYECTO		SEV N.º	FECHA
LORCA .	.	A - 1	



46-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

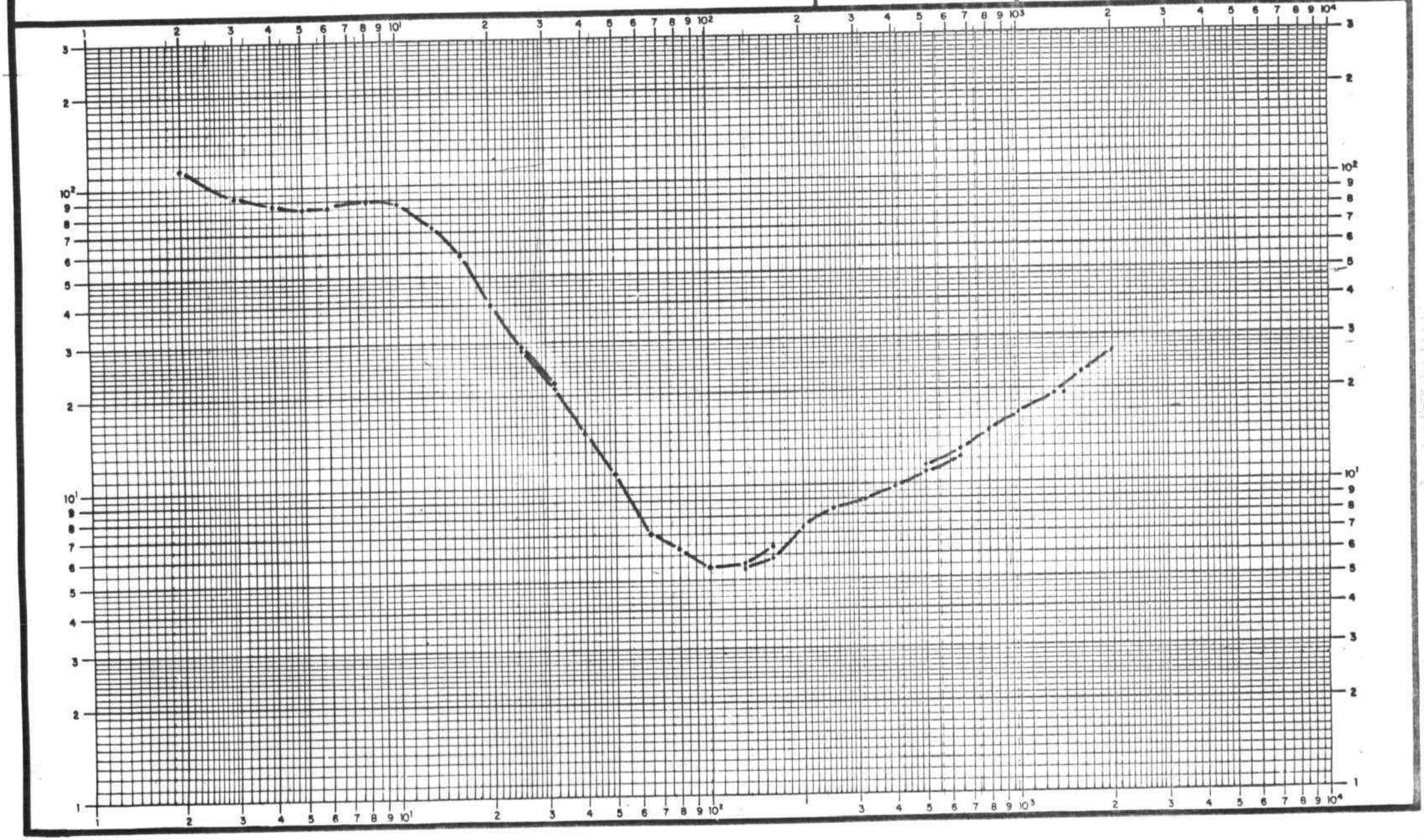
PROYECTO		SEV N.º	FECHA
LORCA .	.	A - 2	



46 0044

CGS
UNA COMPAÑÍA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO		SEV N.º	FECHA
LORCA		A-3	



46-0044

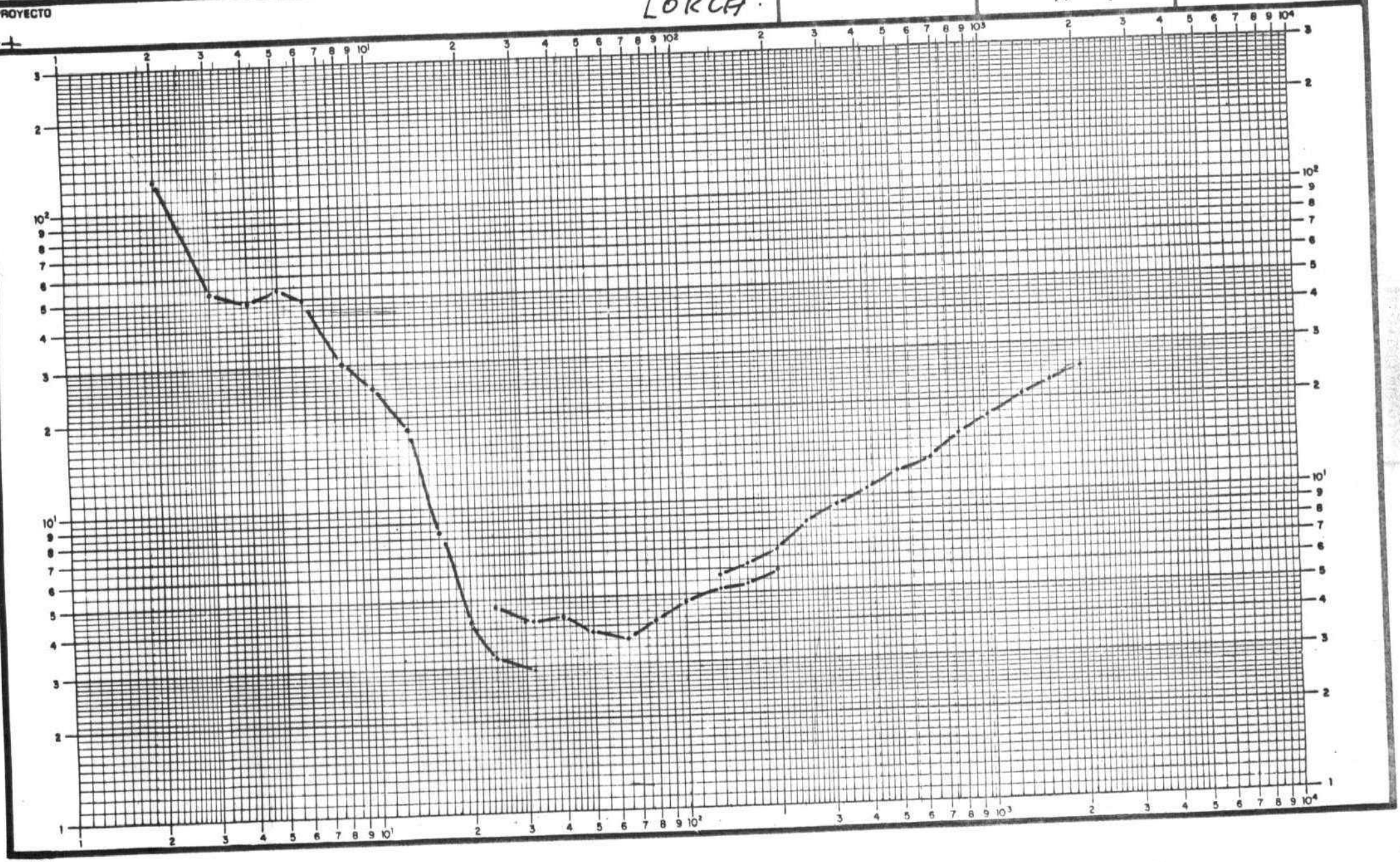
CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO

LORCA.

SEV N.º A-4

FECHA



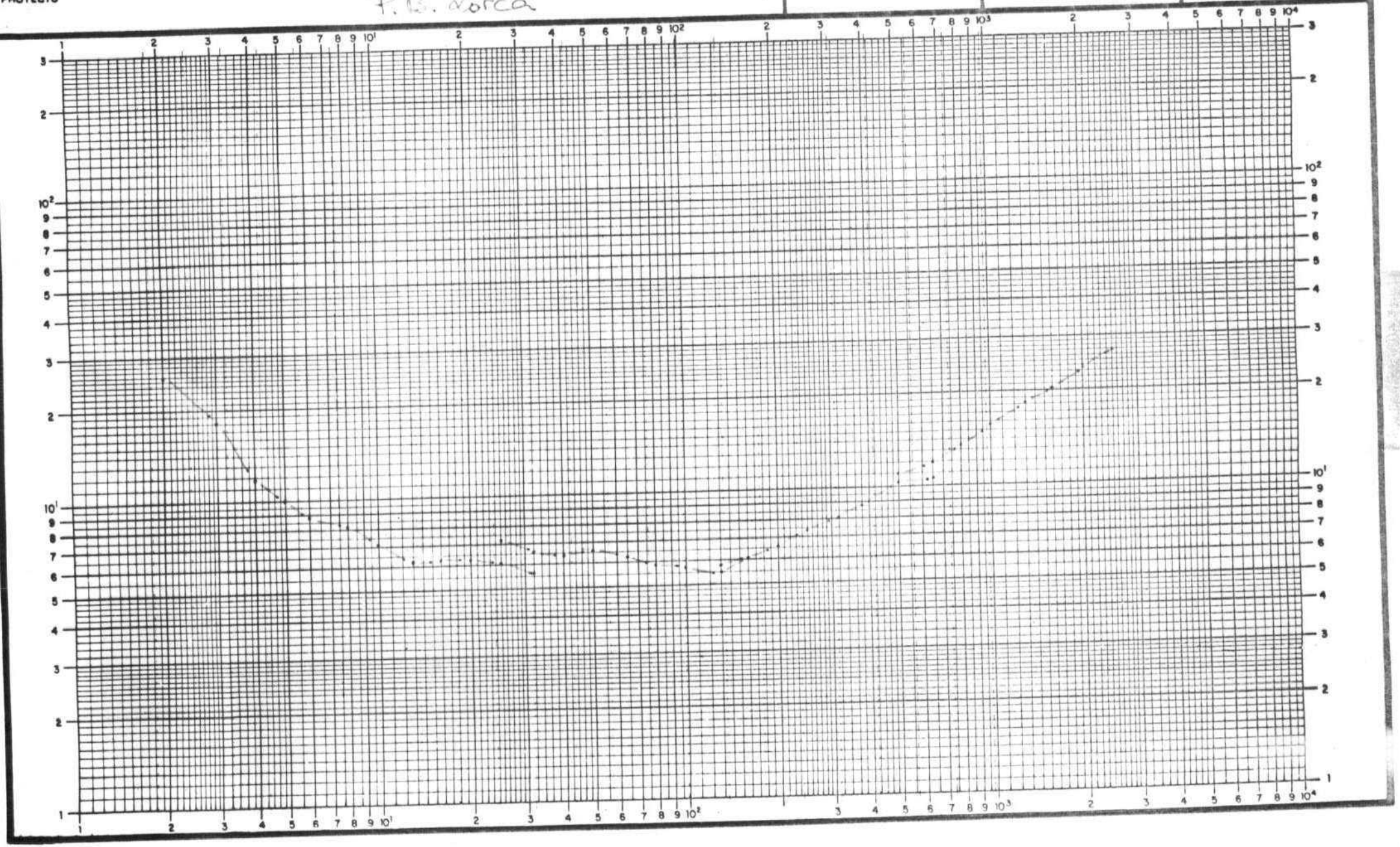
46-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO P.B. Lorca

SEV N.º

FECHA



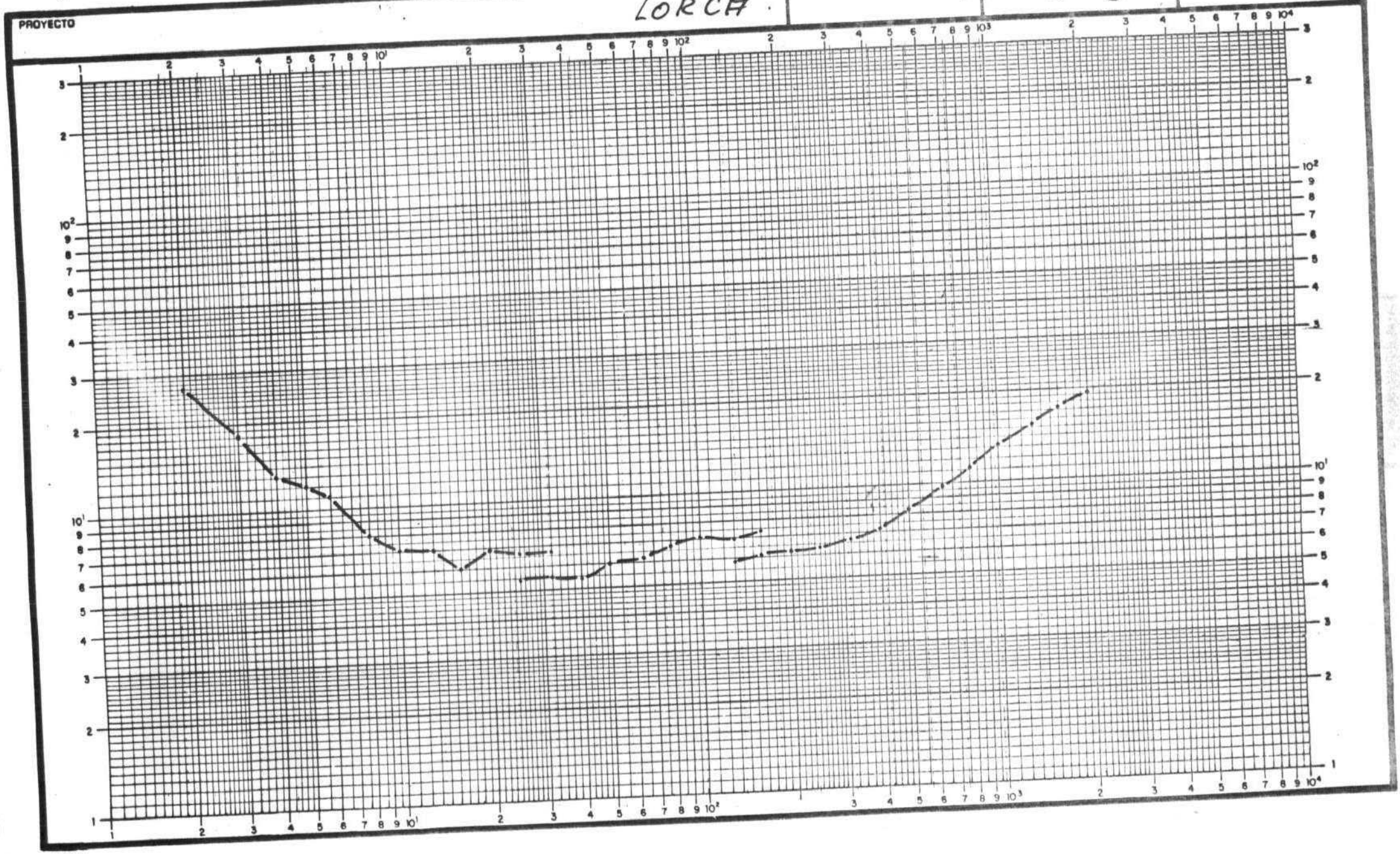
46-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CISPSA

PROYECTO LORCA

SEV N.º A-5

FECHA



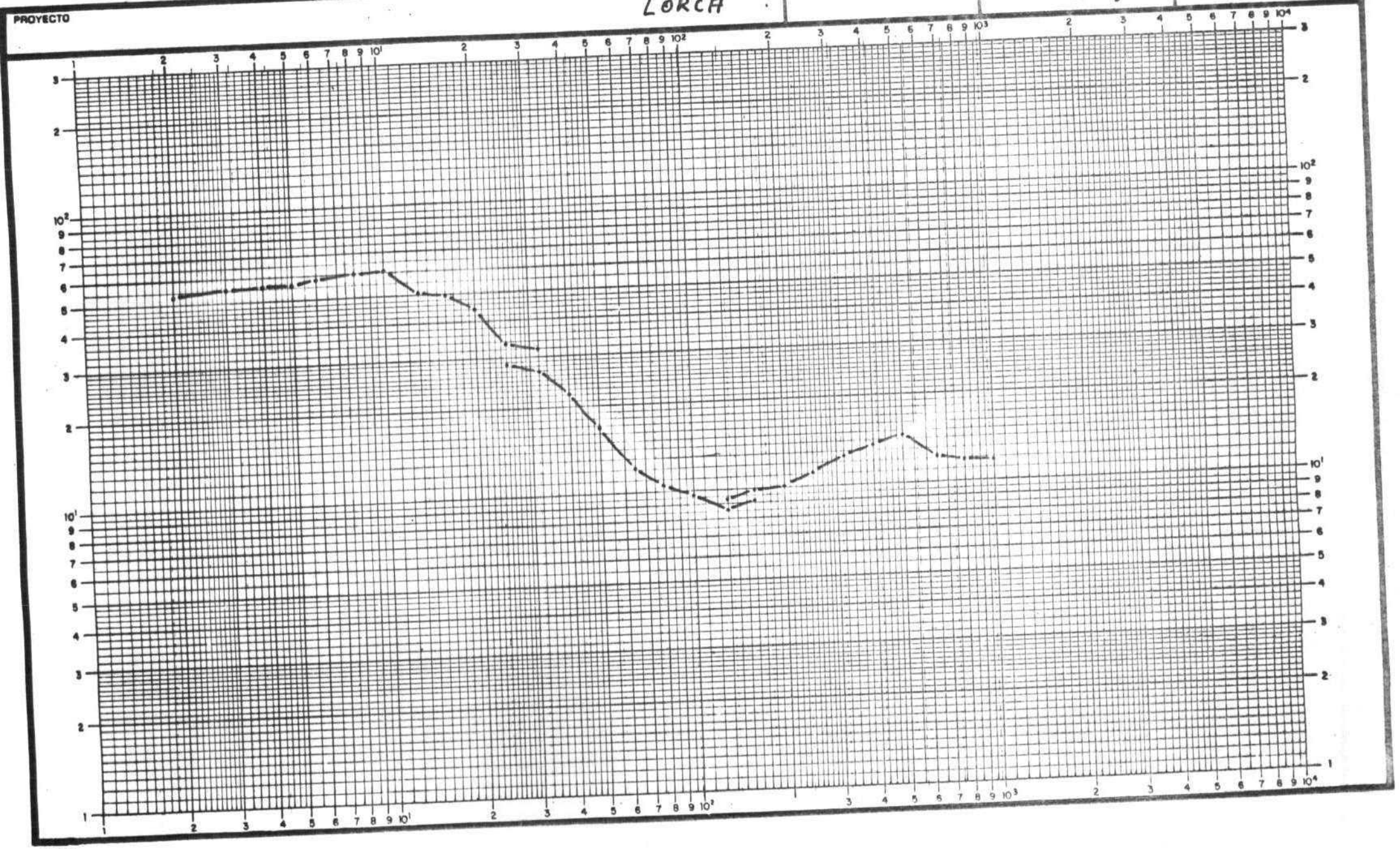
48-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO LORCA

SEV N.º B-1

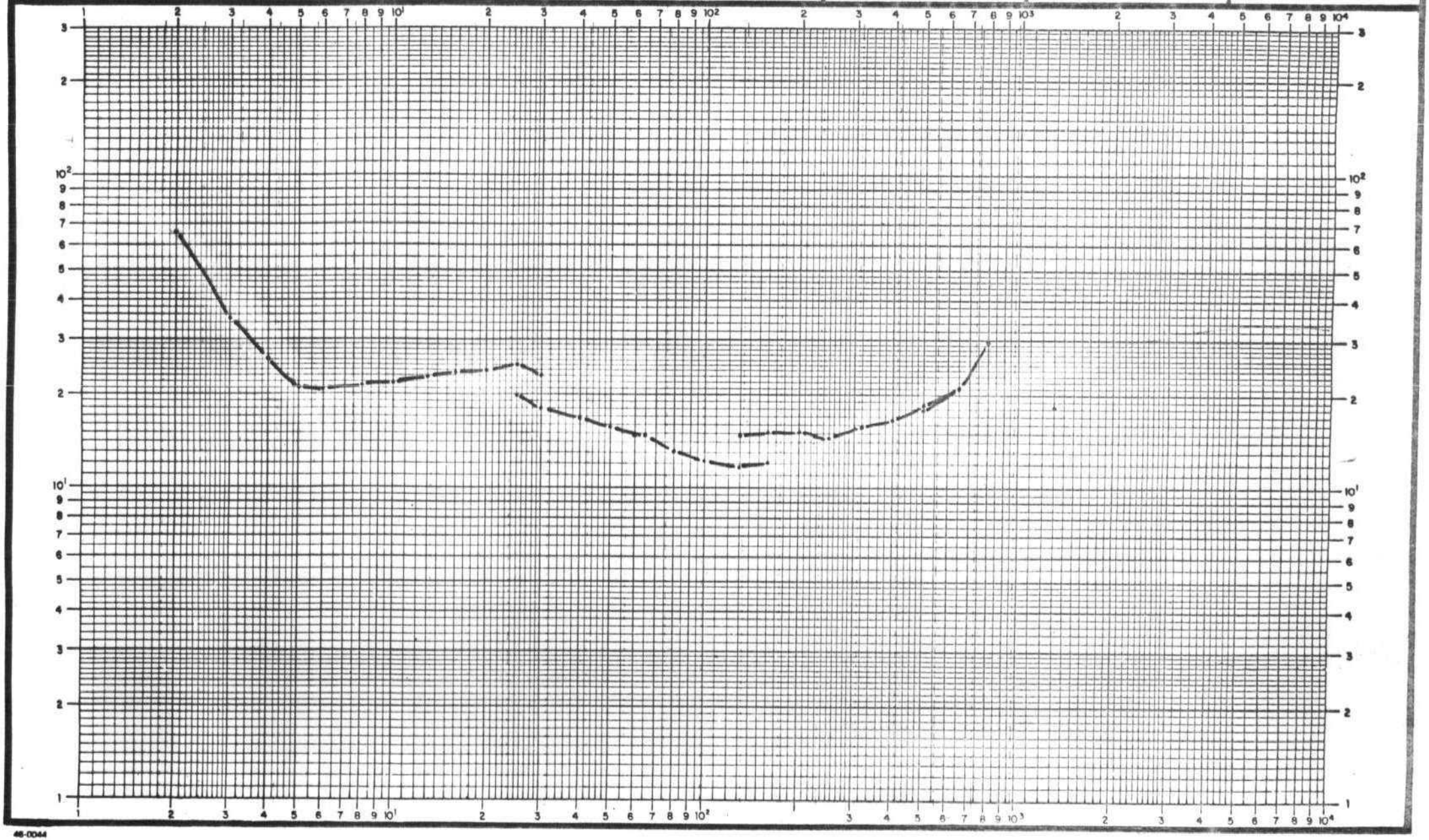
FECHA



46-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

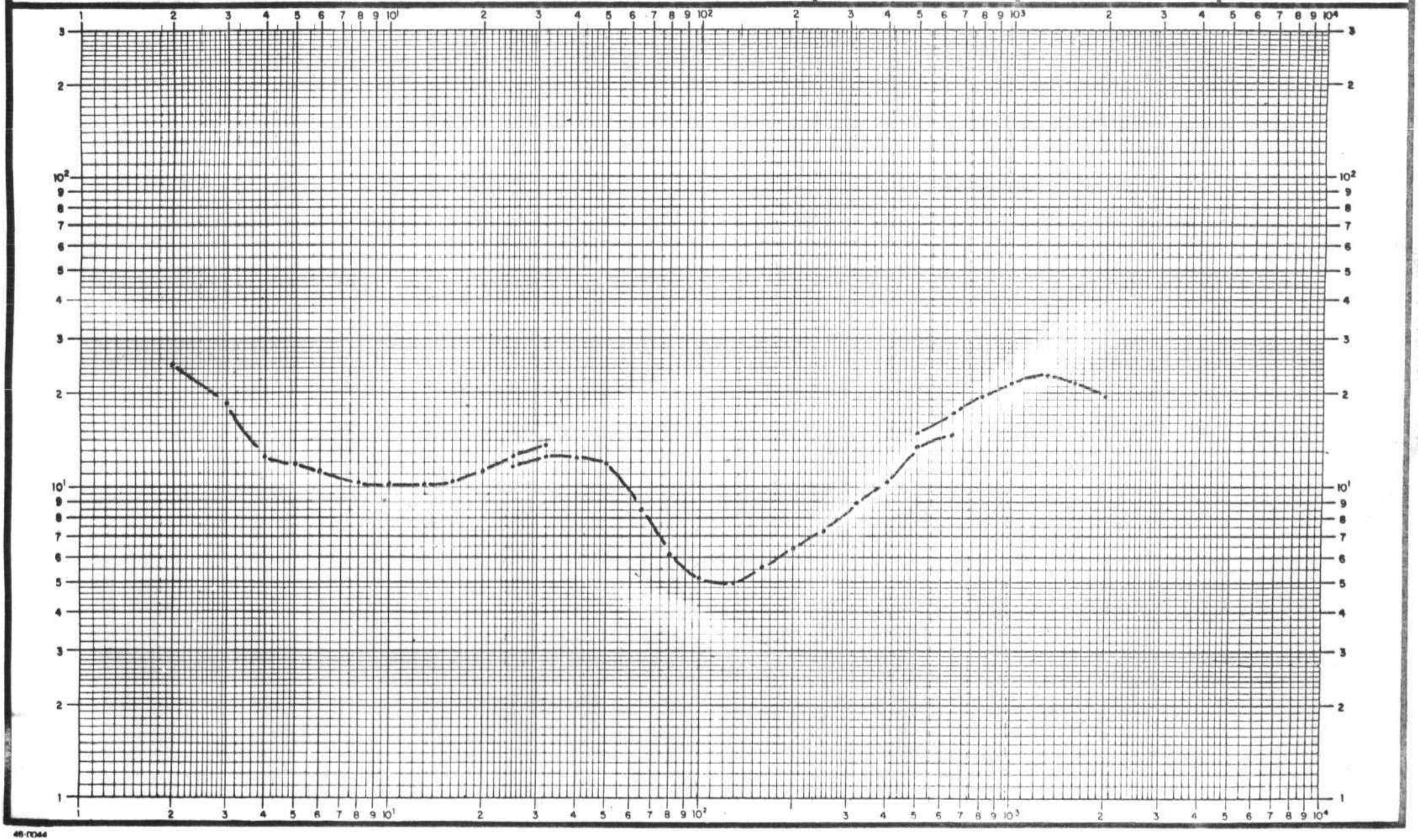
PROYECTO		SEV N.º	FECHA
LORCA .	.	B·2	



46-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

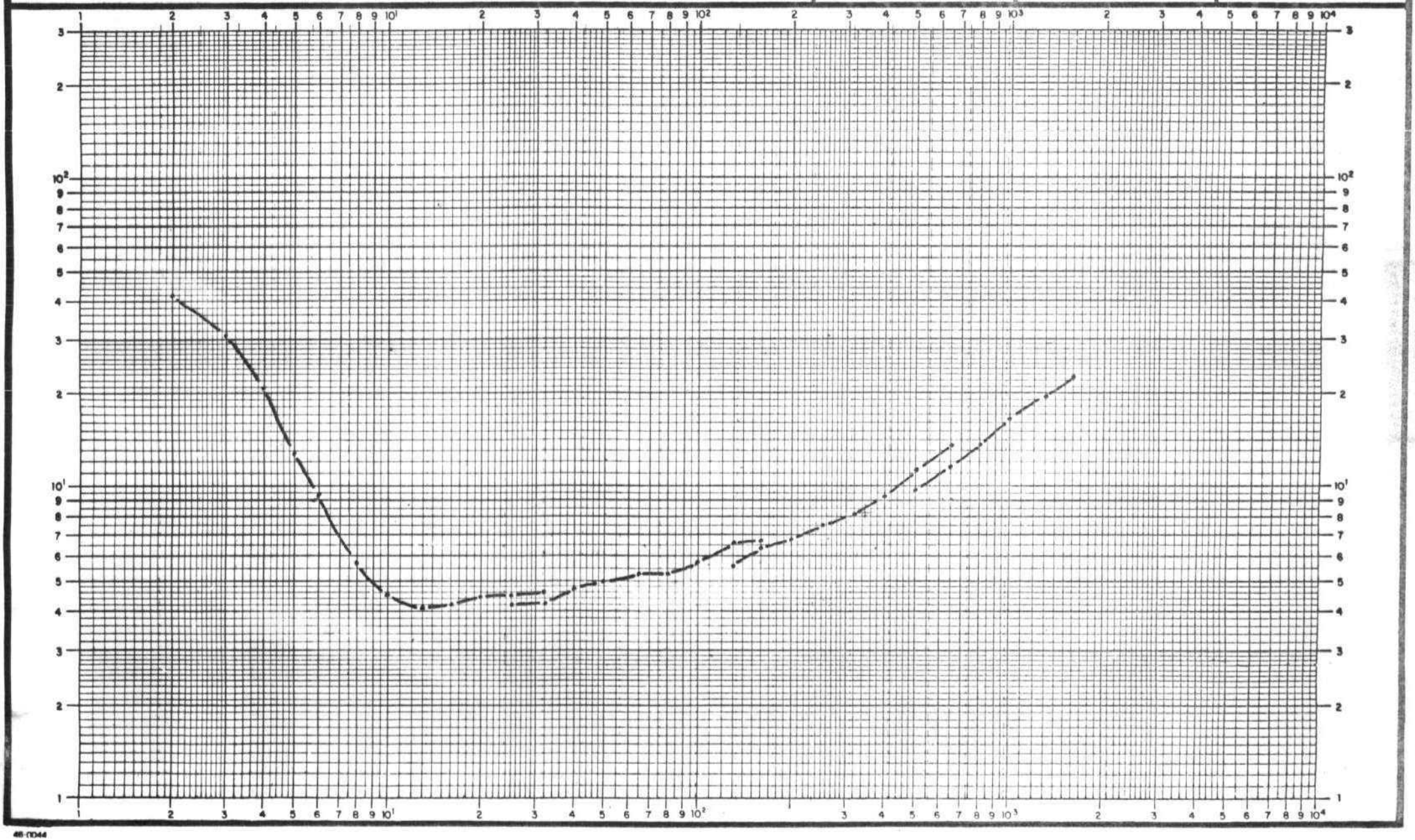
PROYECTO		SEV N.º	FECHA
LORCA	PB	3	



46-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

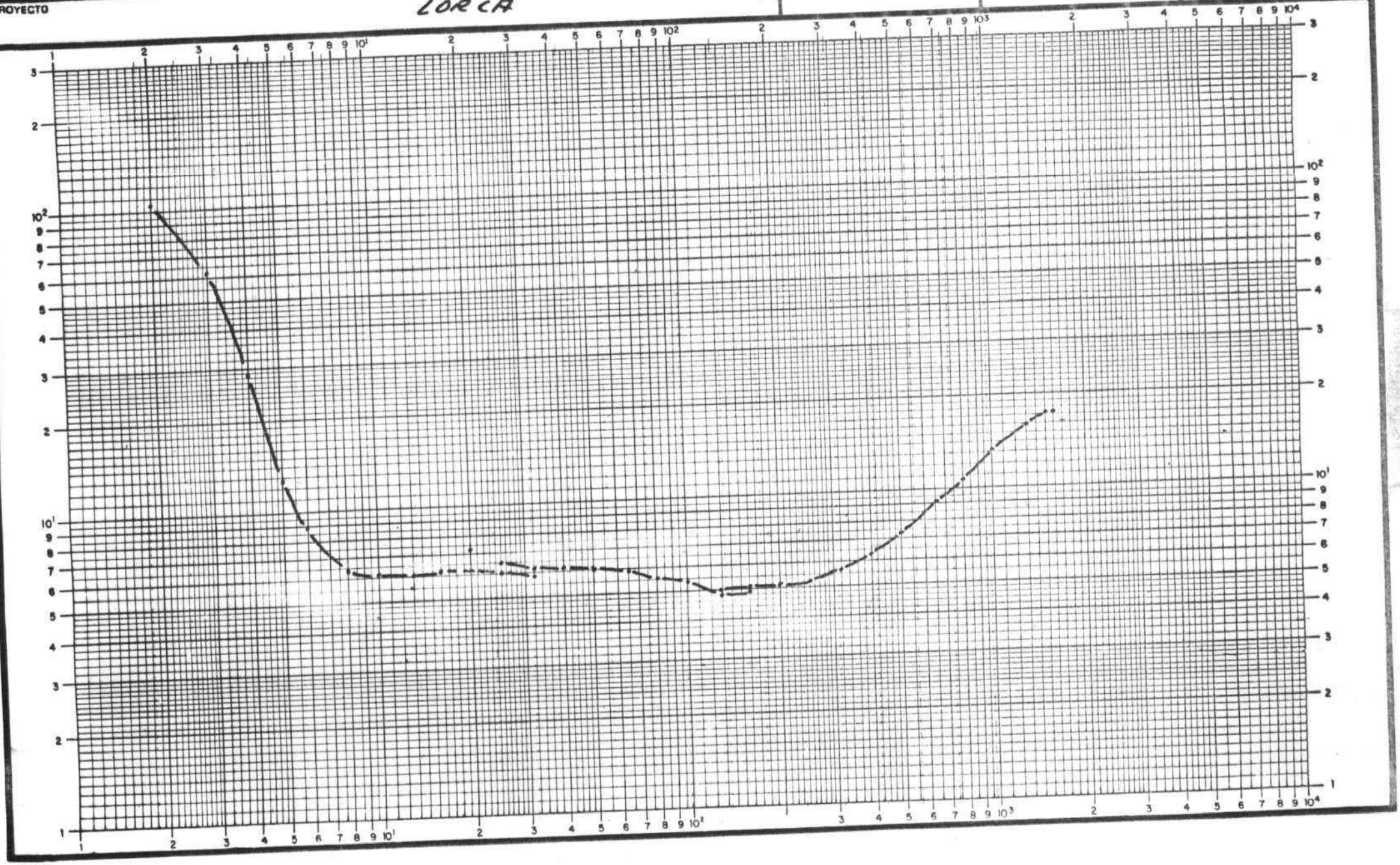
PROYECTO		SEV N.º	FECHA
LORCA	PB	4	



48-1044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

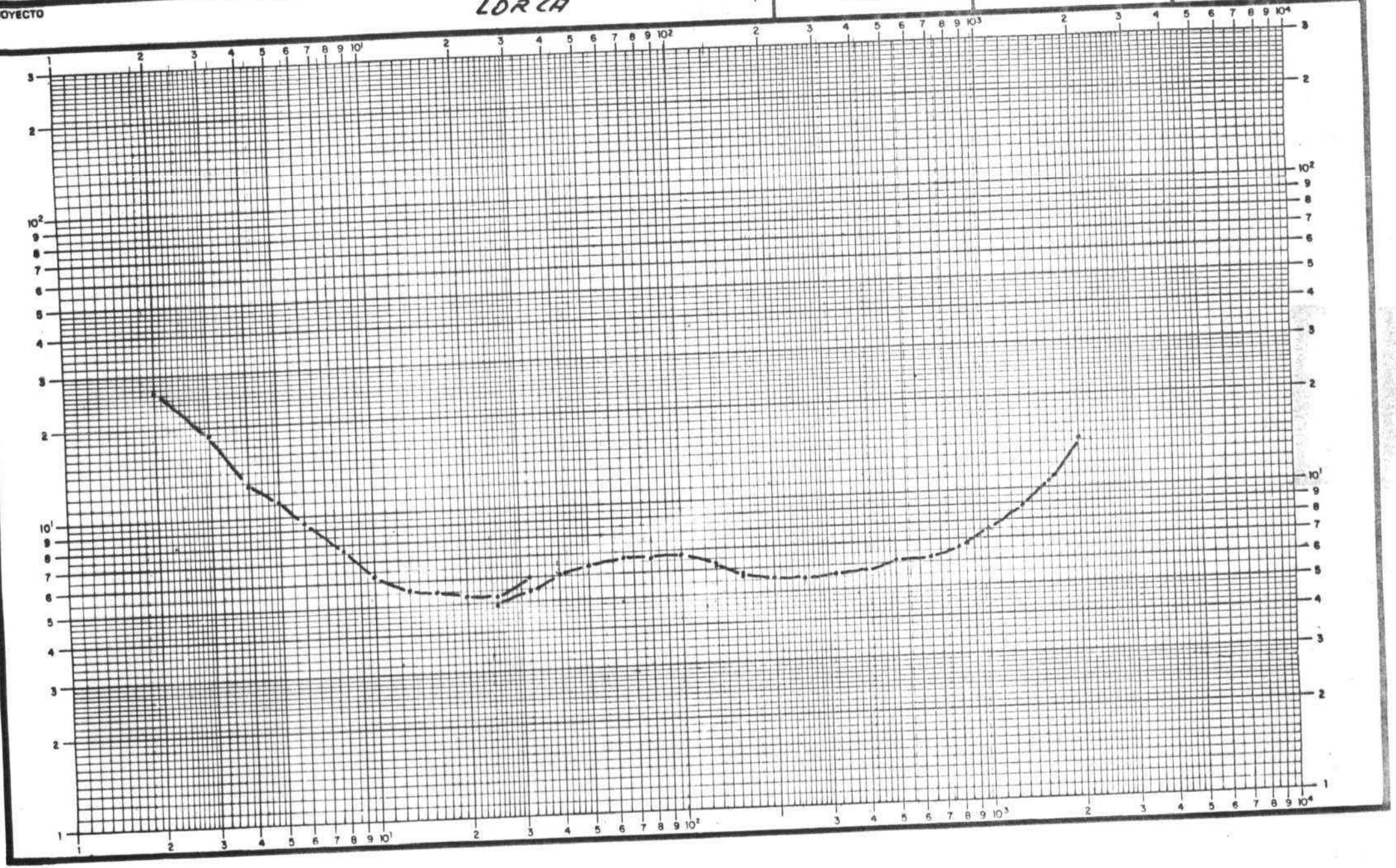
PROYECTO		SEV N.º	FECHA
LORCA	PB	5	



48-1044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

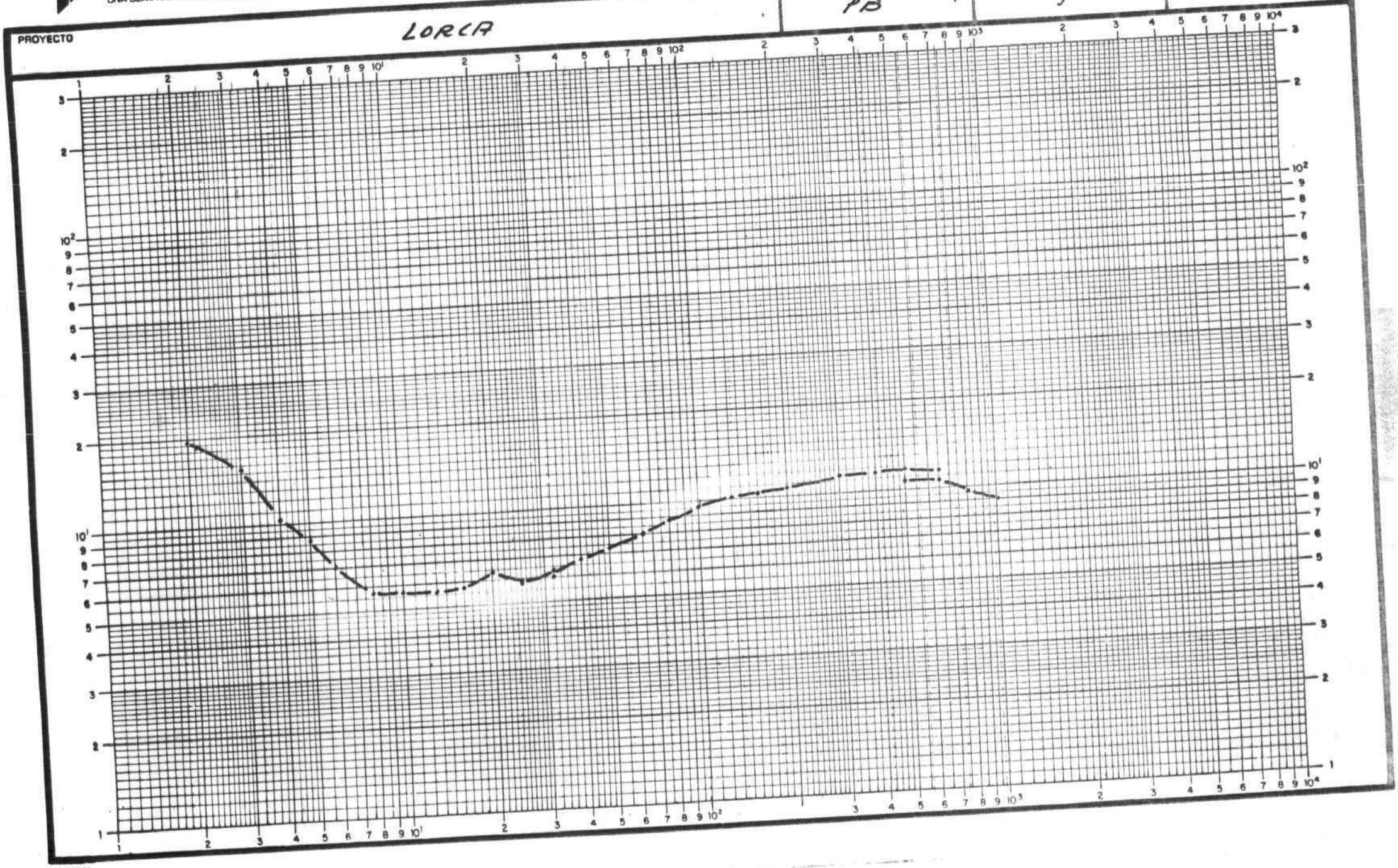
PROYECTO		SEV N.º	FECHA
LORCA	7B	6	



46-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

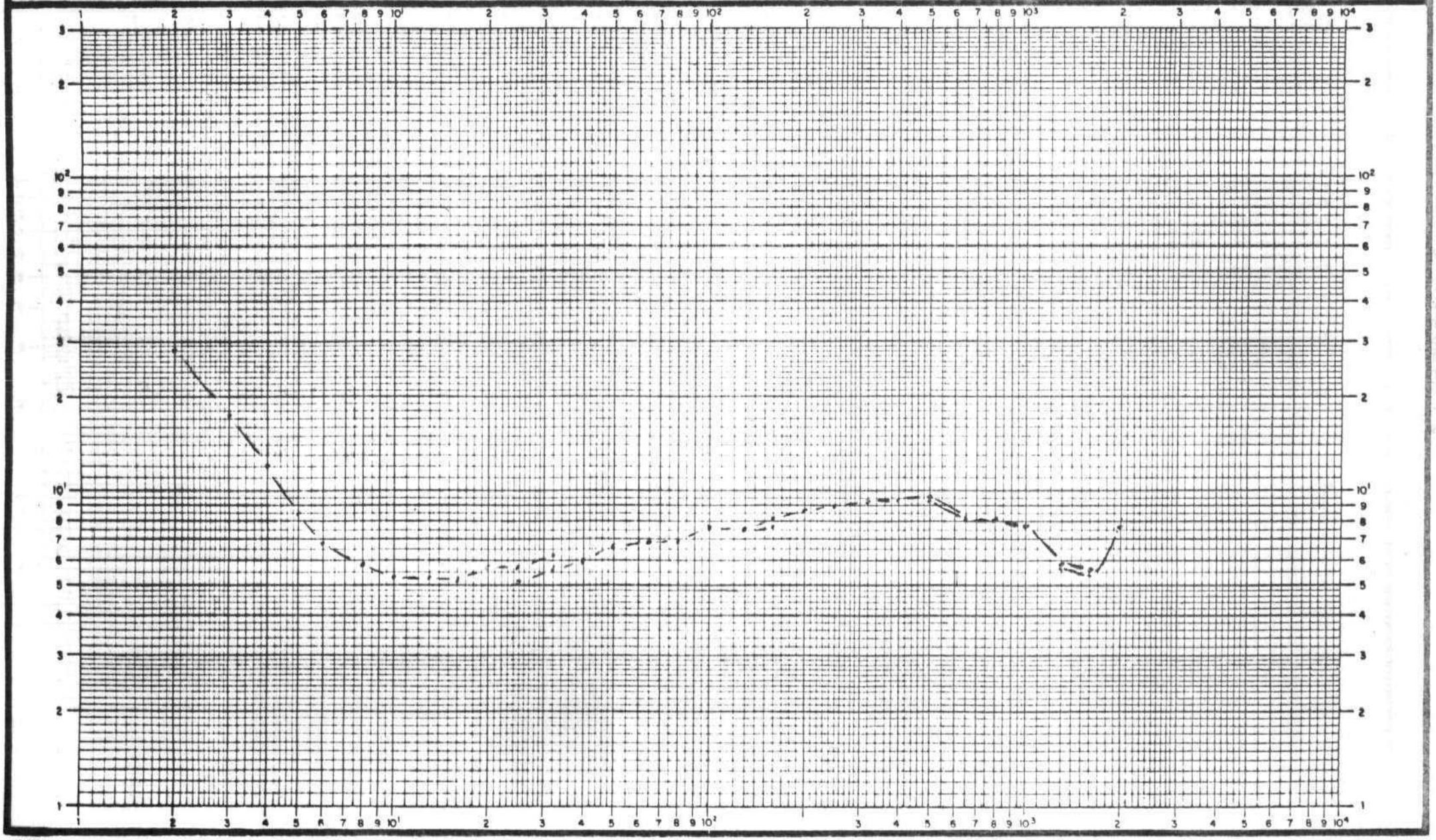
PROYECTO		SEV N.º	FECHA
LORCA	PB	7	



46-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO		B E V N.º	FECHA
LORCA.		B-8	



46-1064

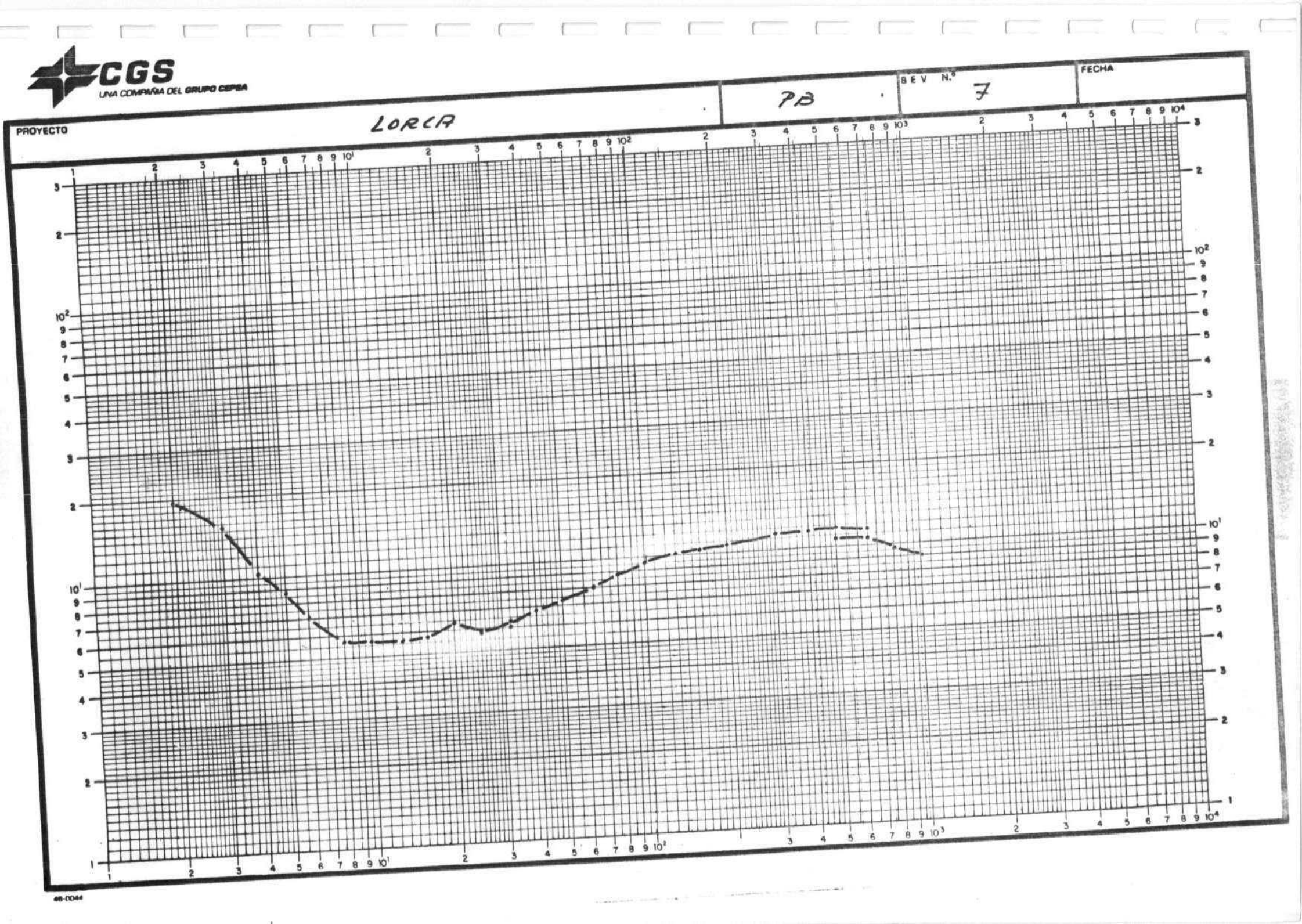
CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO LORCA

PB

SEV N.º 7

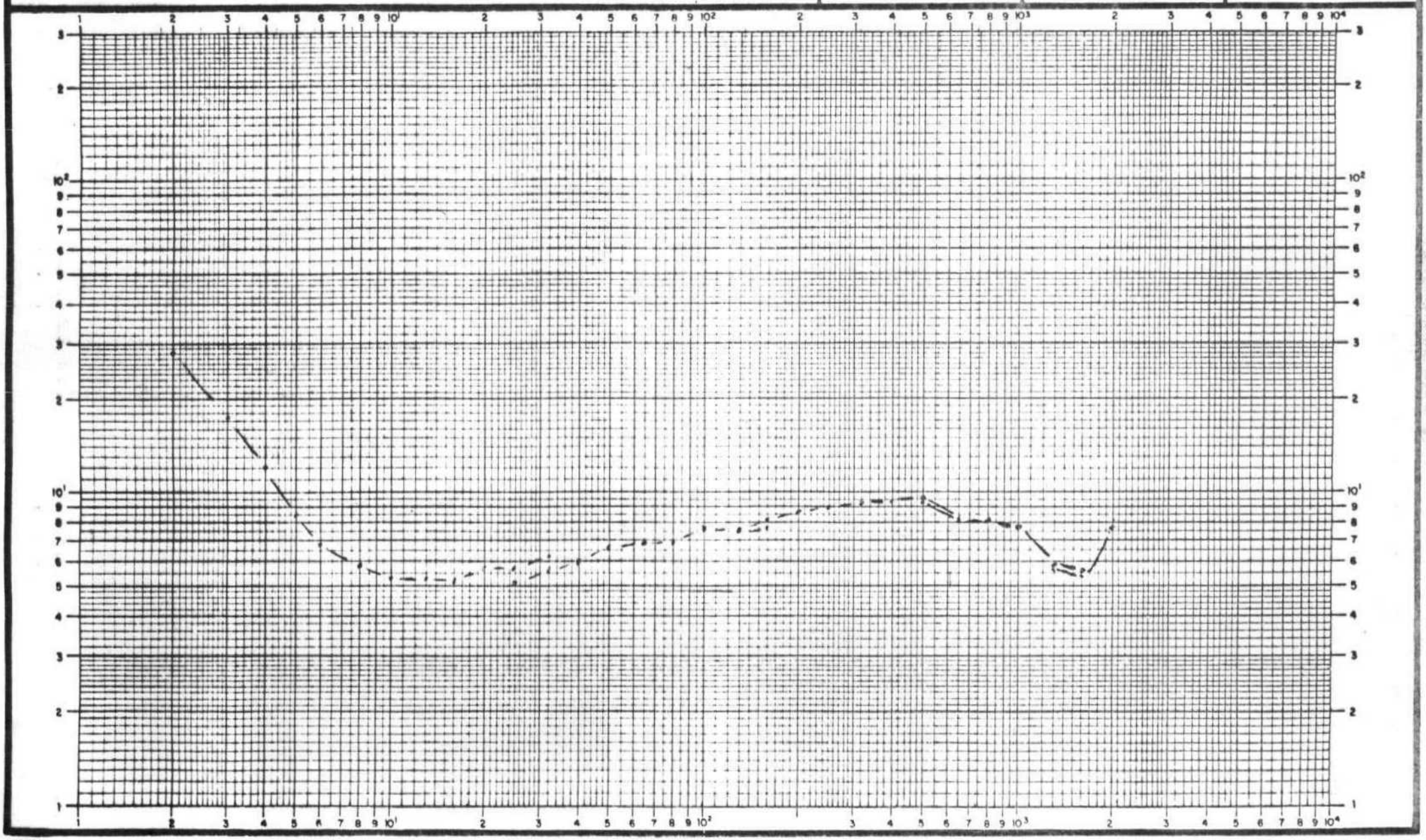
FECHA



48-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

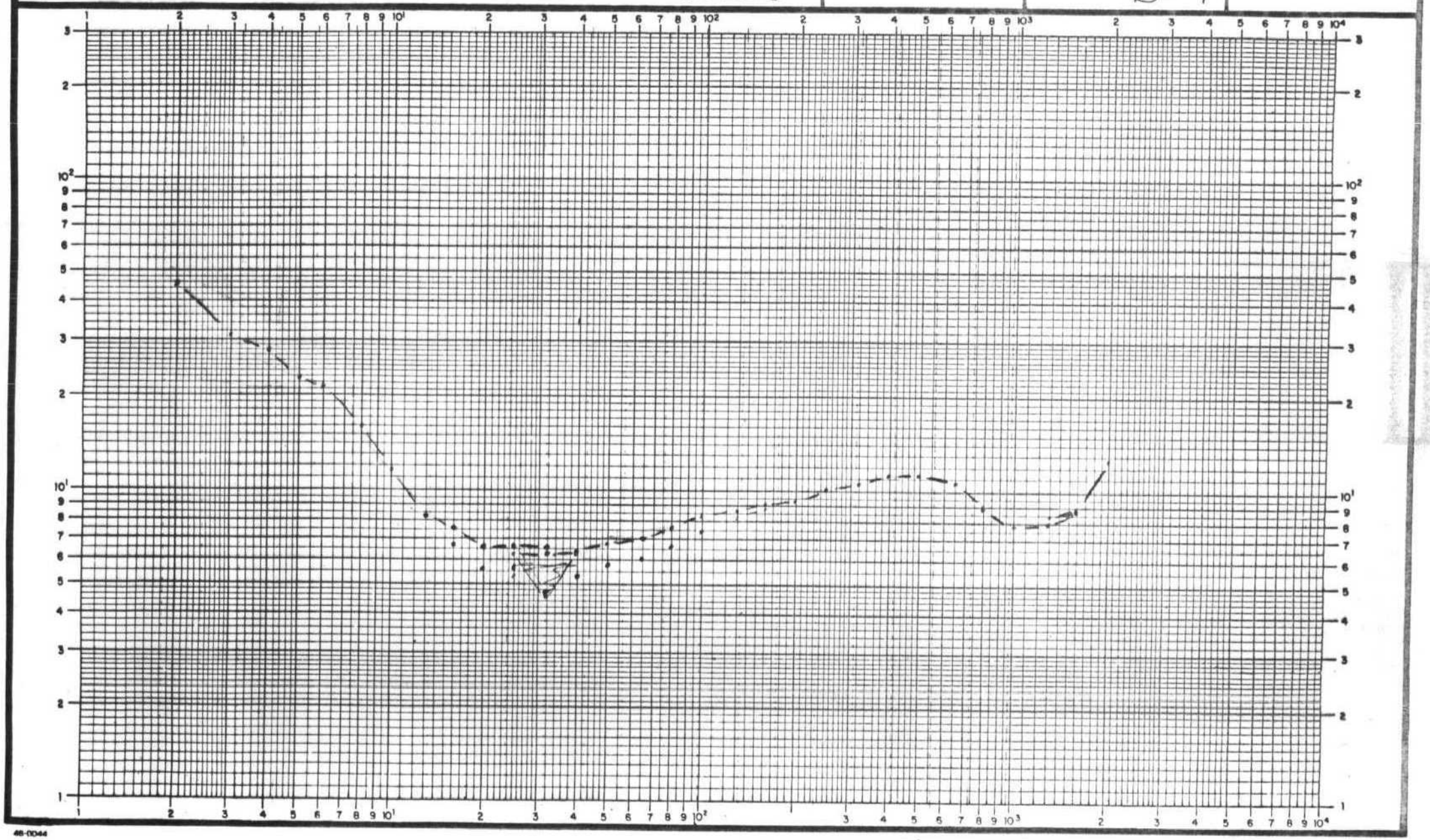
PROYECTO		SEV N.º	FECHA
LORCA.	.	B-8	



48-1044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

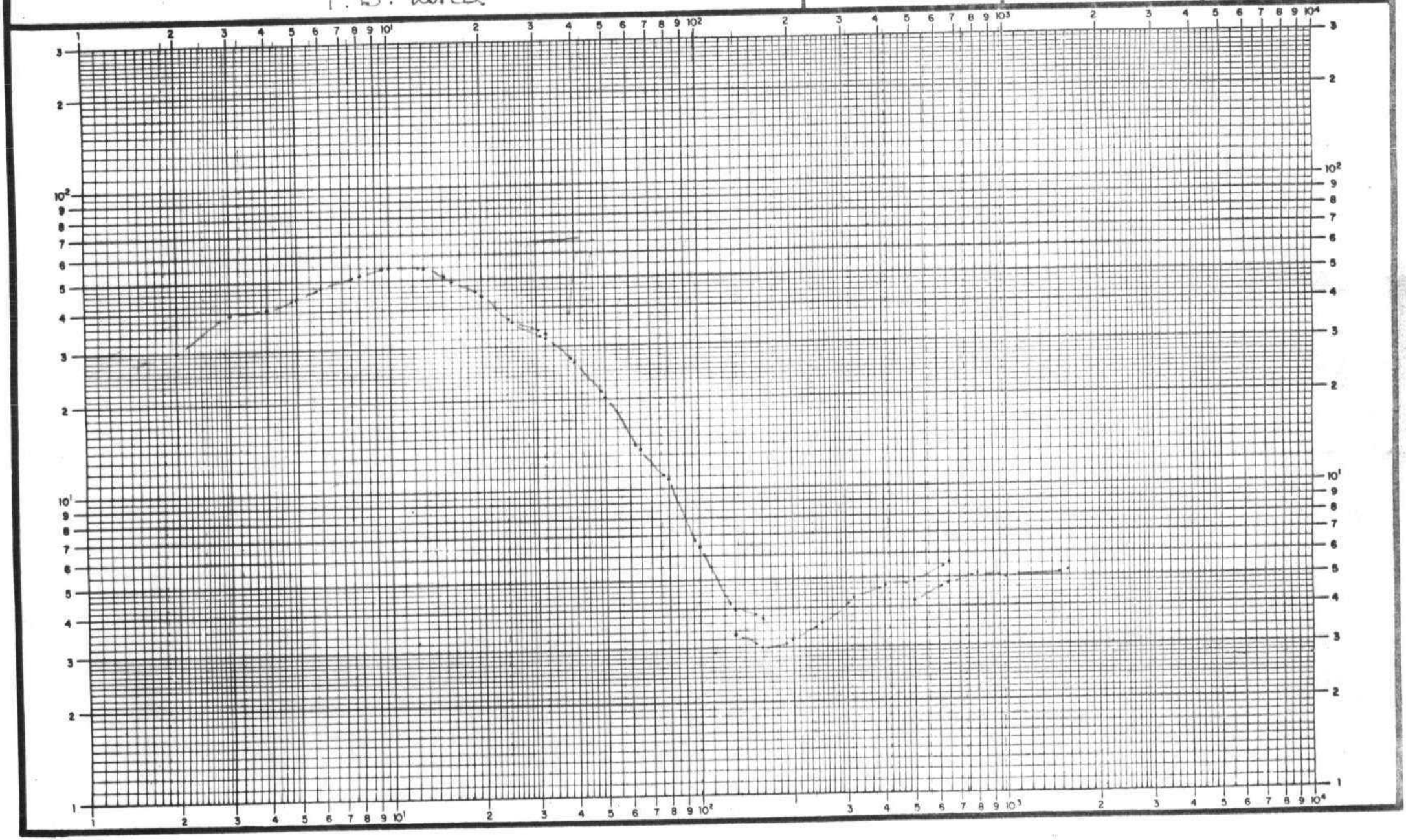
PROYECTO		SEV N.º	FECHA
LORCA		B-9	



46-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO		S E V N.º	FECHA
P.B. Lorca.		P.B.-1	



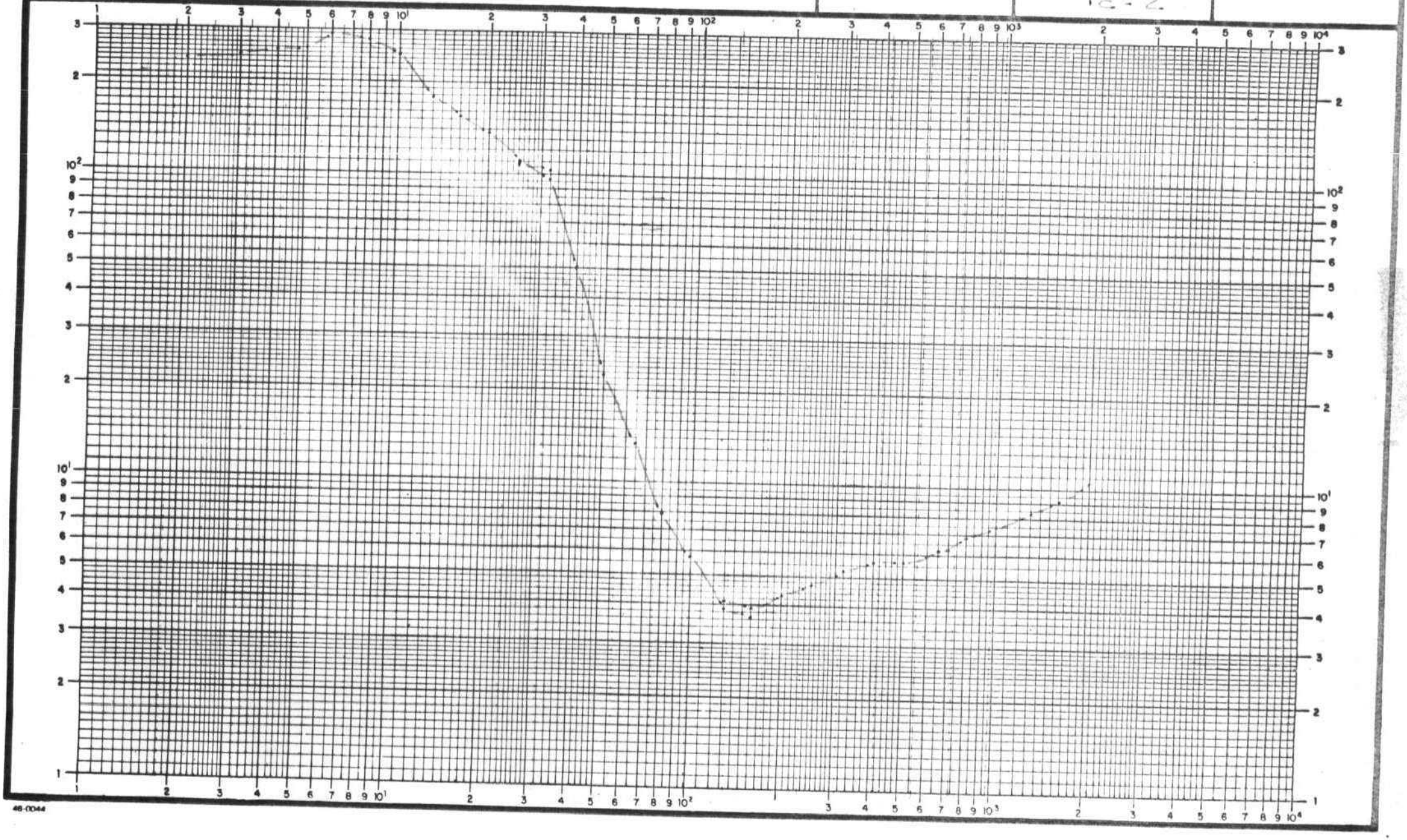
48-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO: P.B Lorca

SEV N.º Pc-2.

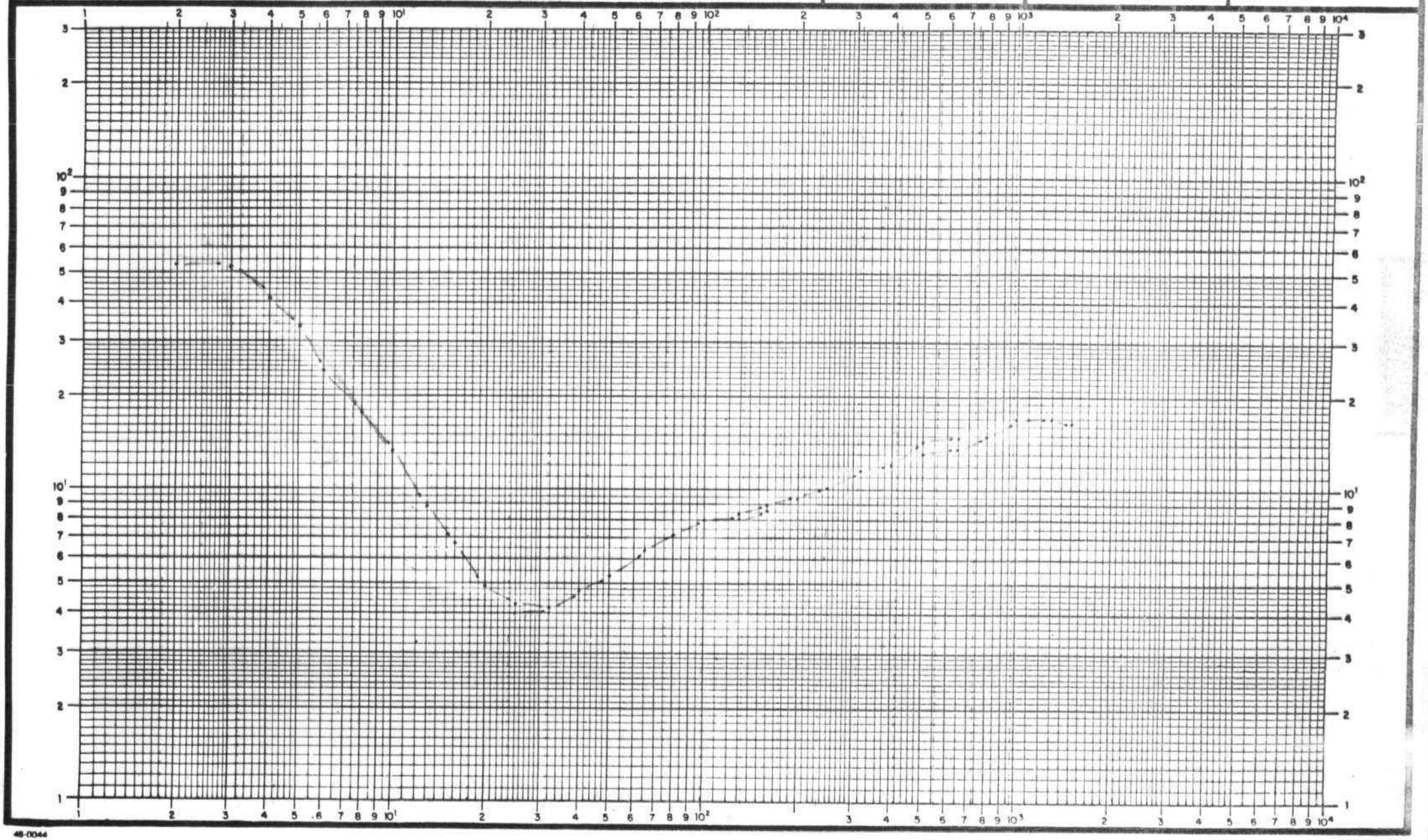
FECHA



46-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

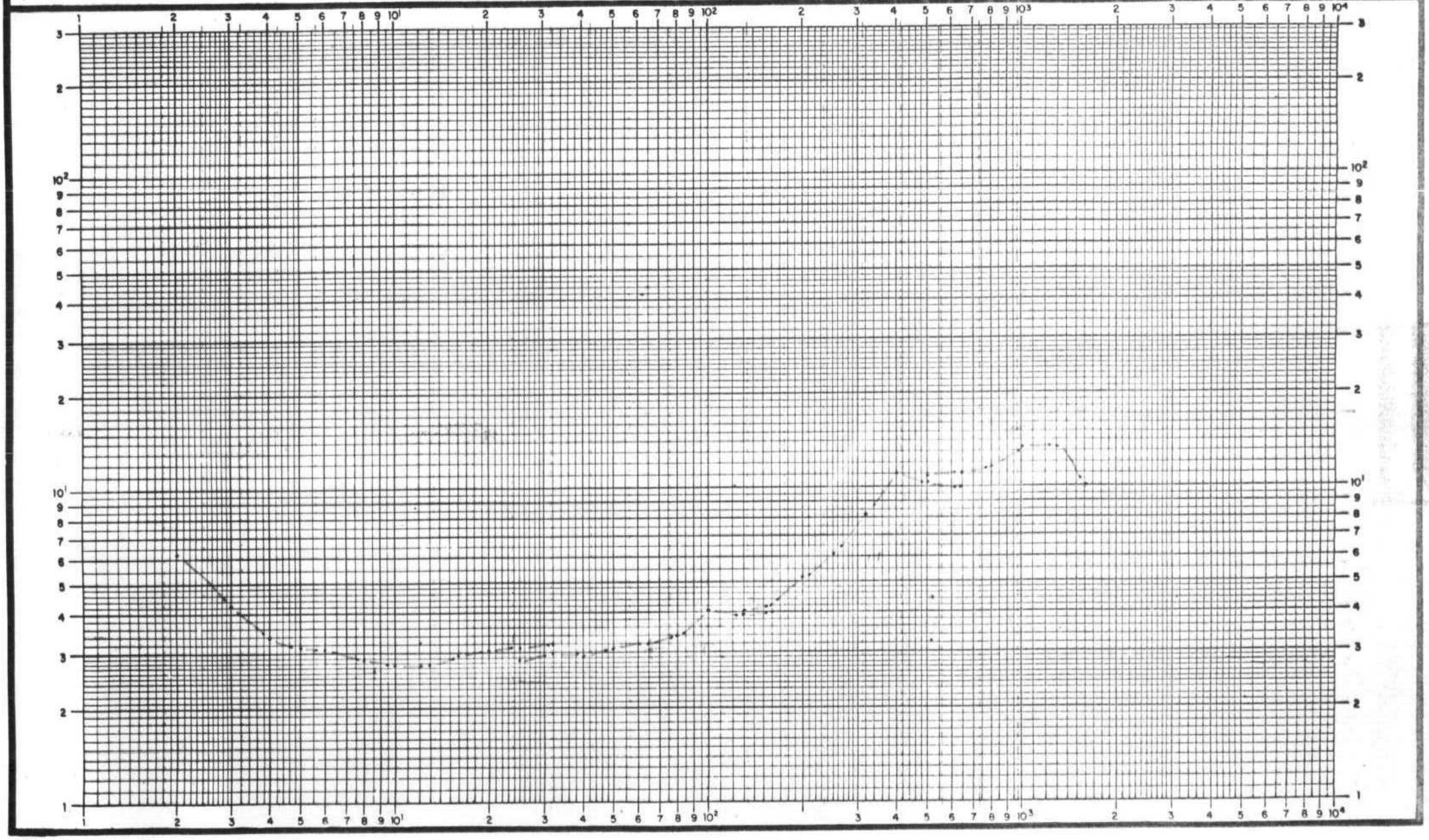
PROYECTO		S E V N.º	FECHA
P.B. Lorca		Pc.-3	



46-0044

SGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

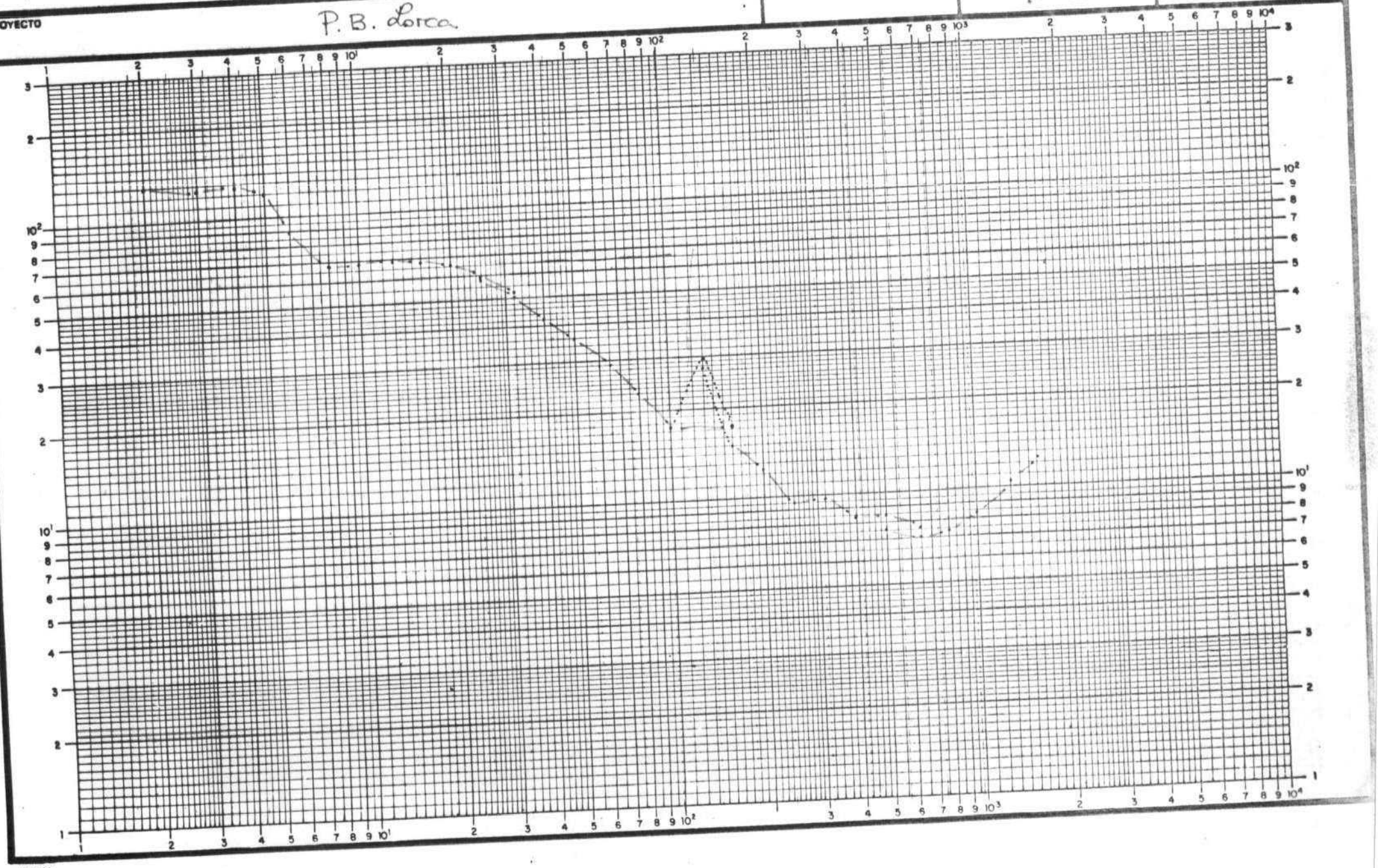
PROYECTO		S E V N.º	FECHA
P. B. Lorca.		P. 1	



46-1044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

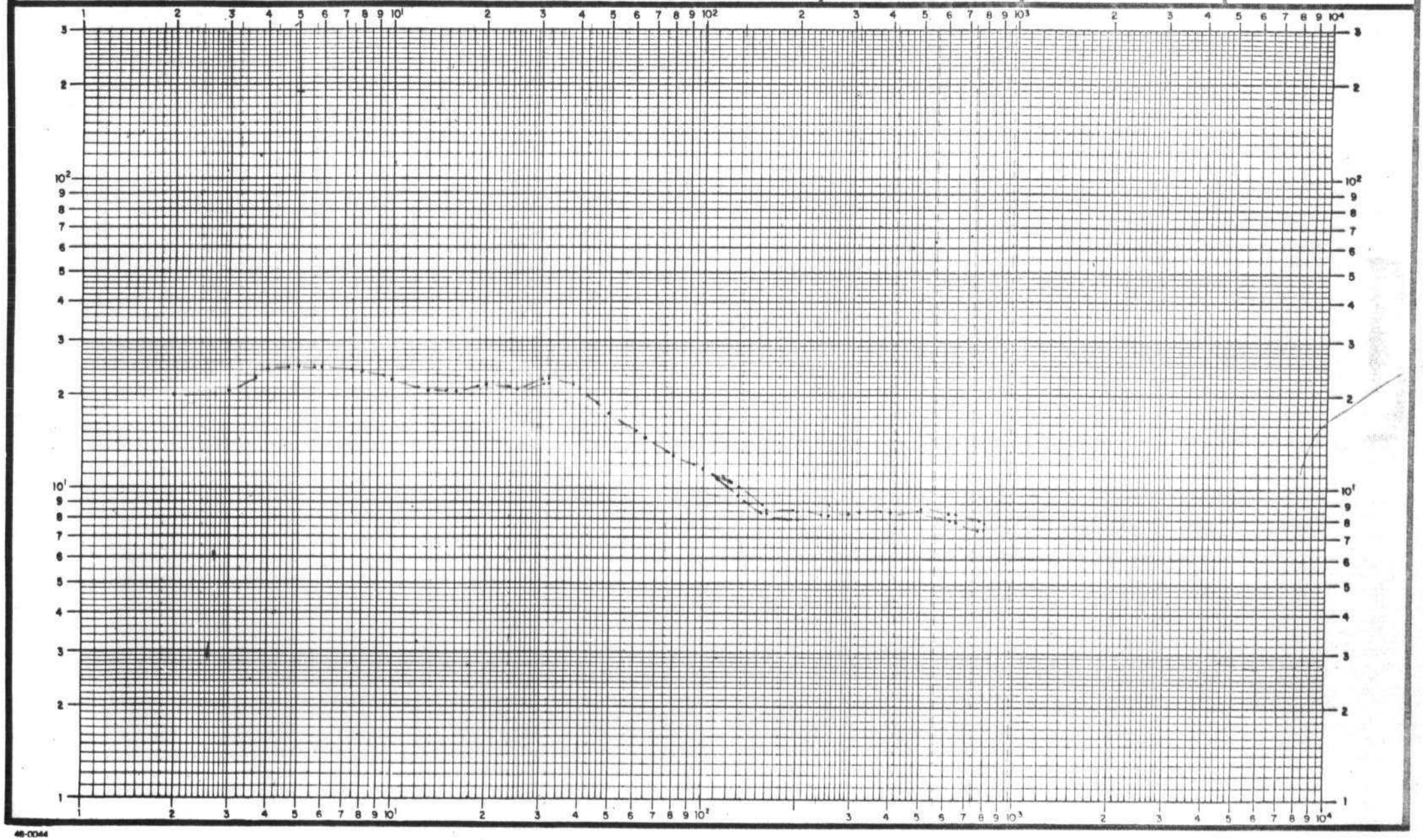
PROYECTO		SEV N.º	FECHA
P. B. Lorca.		1 - 1	



46-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CERSA

PROYECTO		S E V N.°	FECHA
P. B. Yorca		P.B.-2	



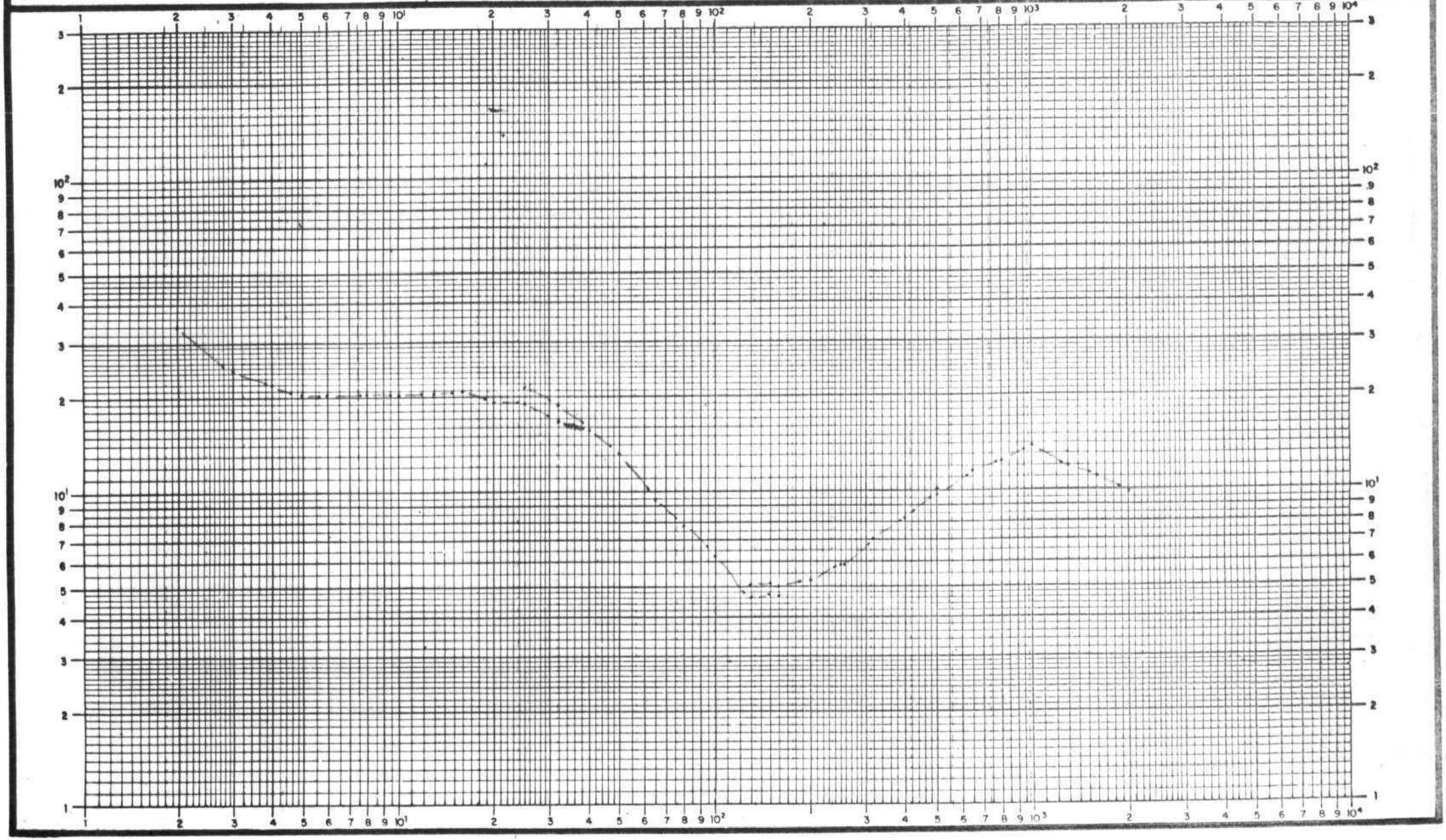
48-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO P.B. Lorca

SEV N.º 3-3

FECHA



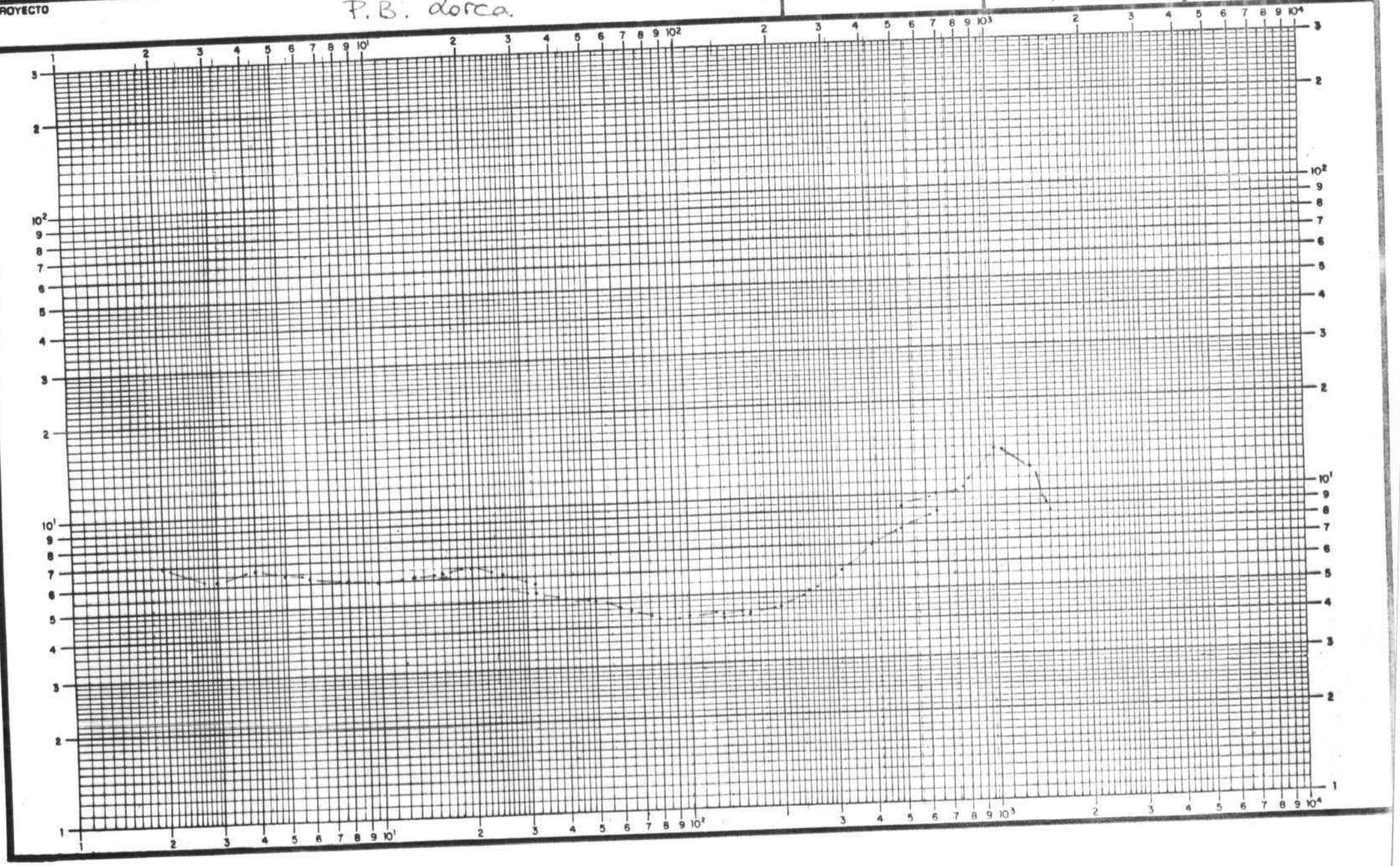
48-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO P.B. Lorca.

SEV N.º P. 1

FECHA



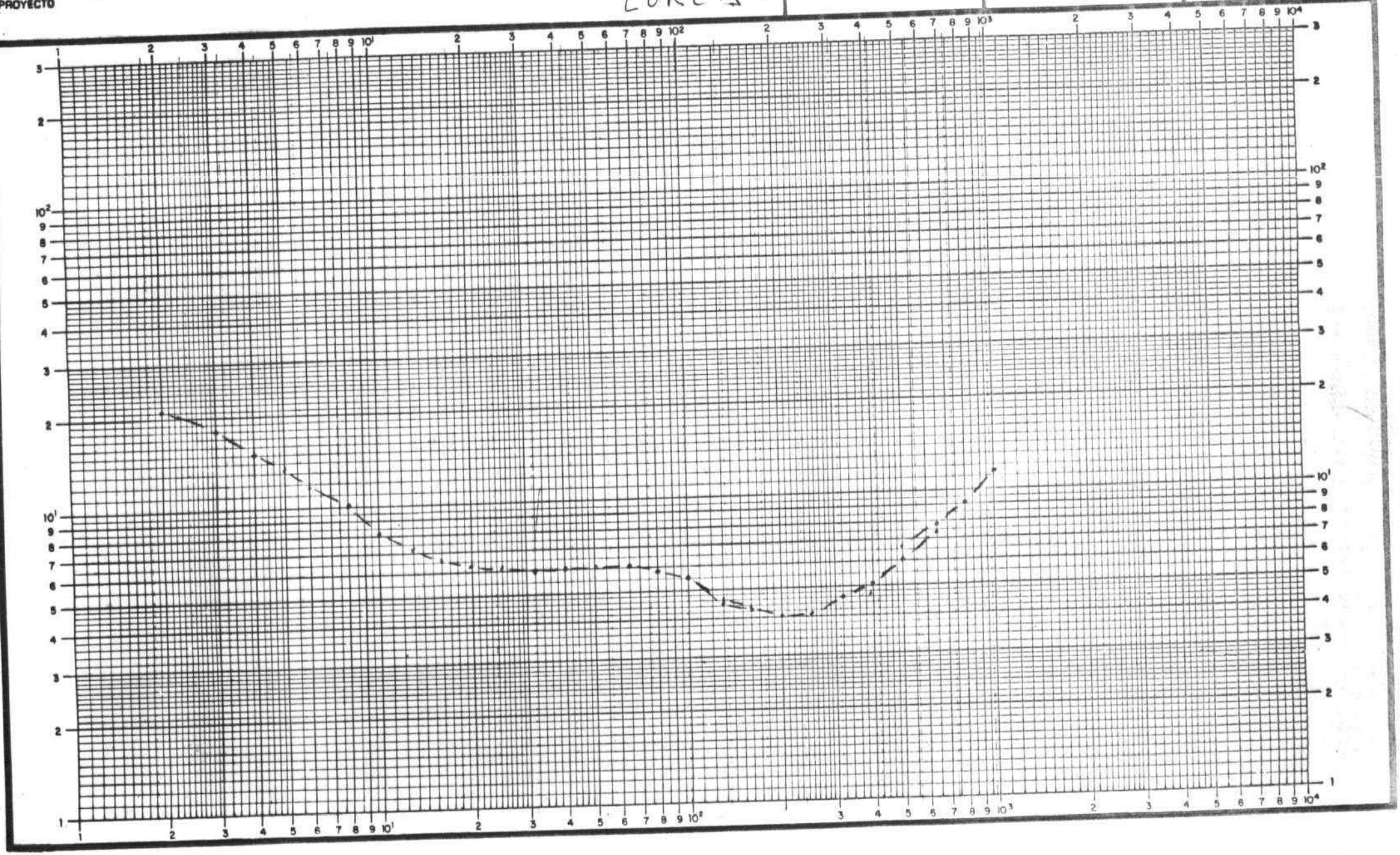
46-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO LORCA

SEV N.º D-5

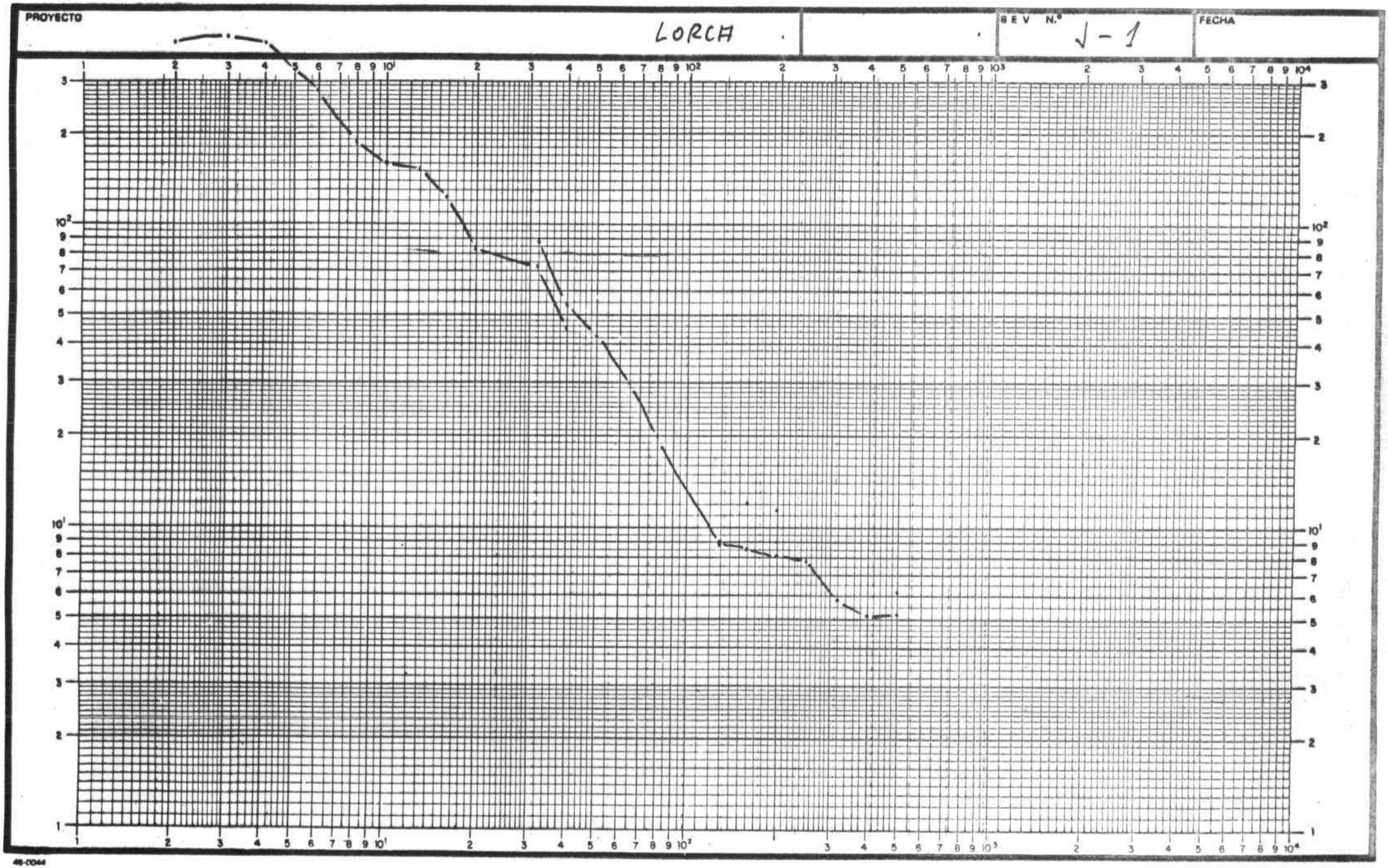
FECHA



46-1044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CISA

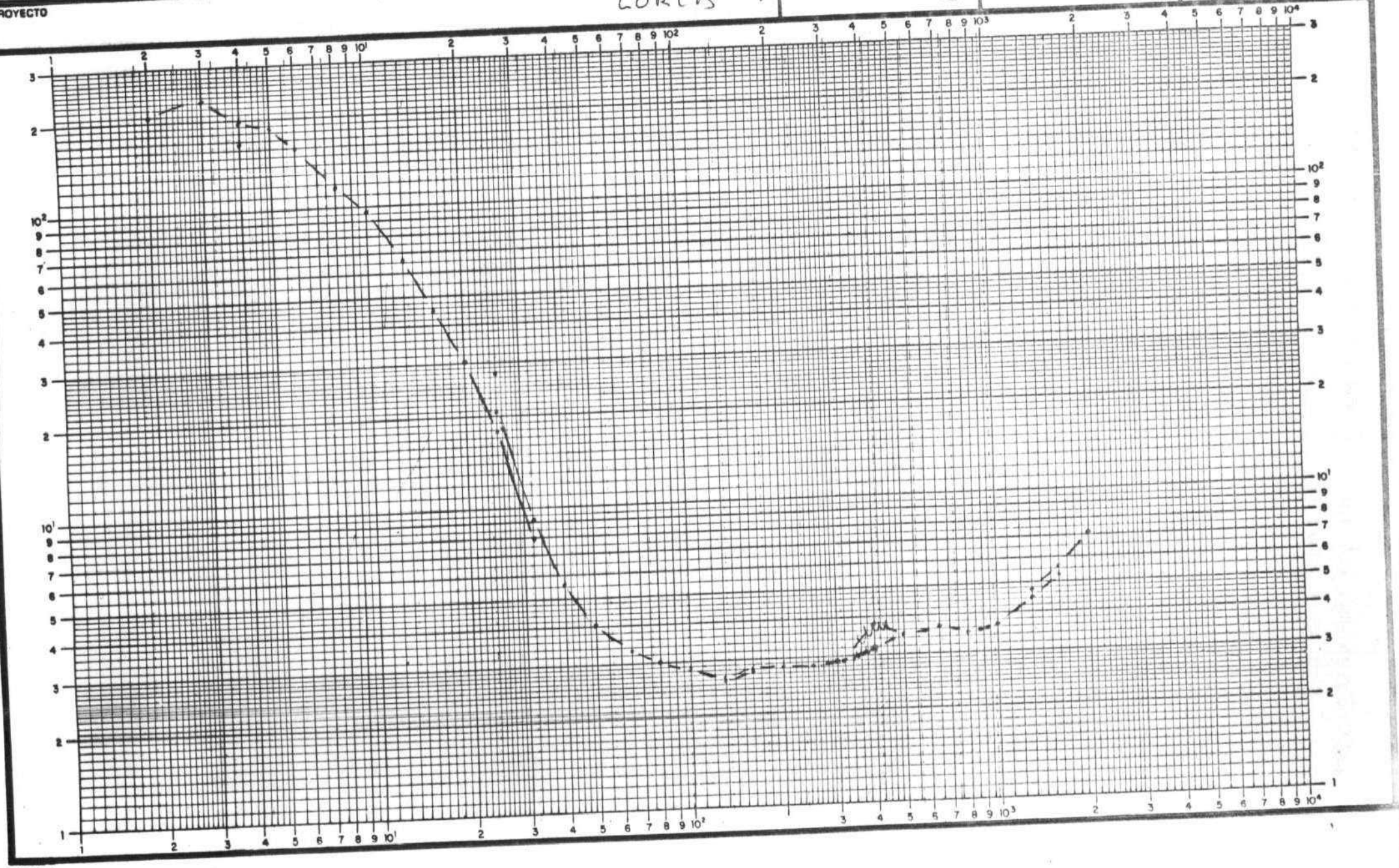
PROYECTO		S E V N.°	FECHA
LORCA		J - 1	



46-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

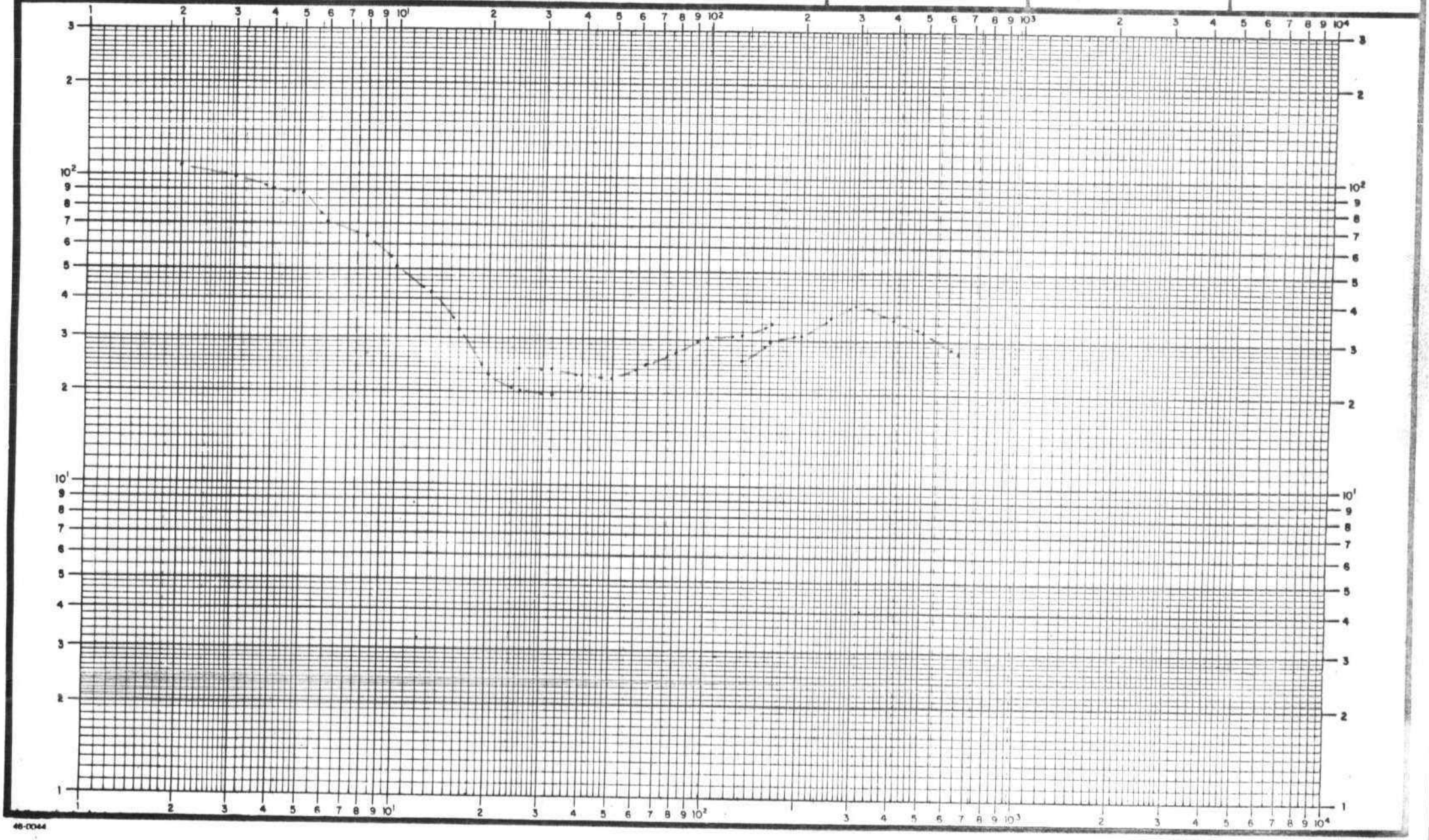
PROYECTO LORCA · J. SEV N.º J-2 FECHA



46-1044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

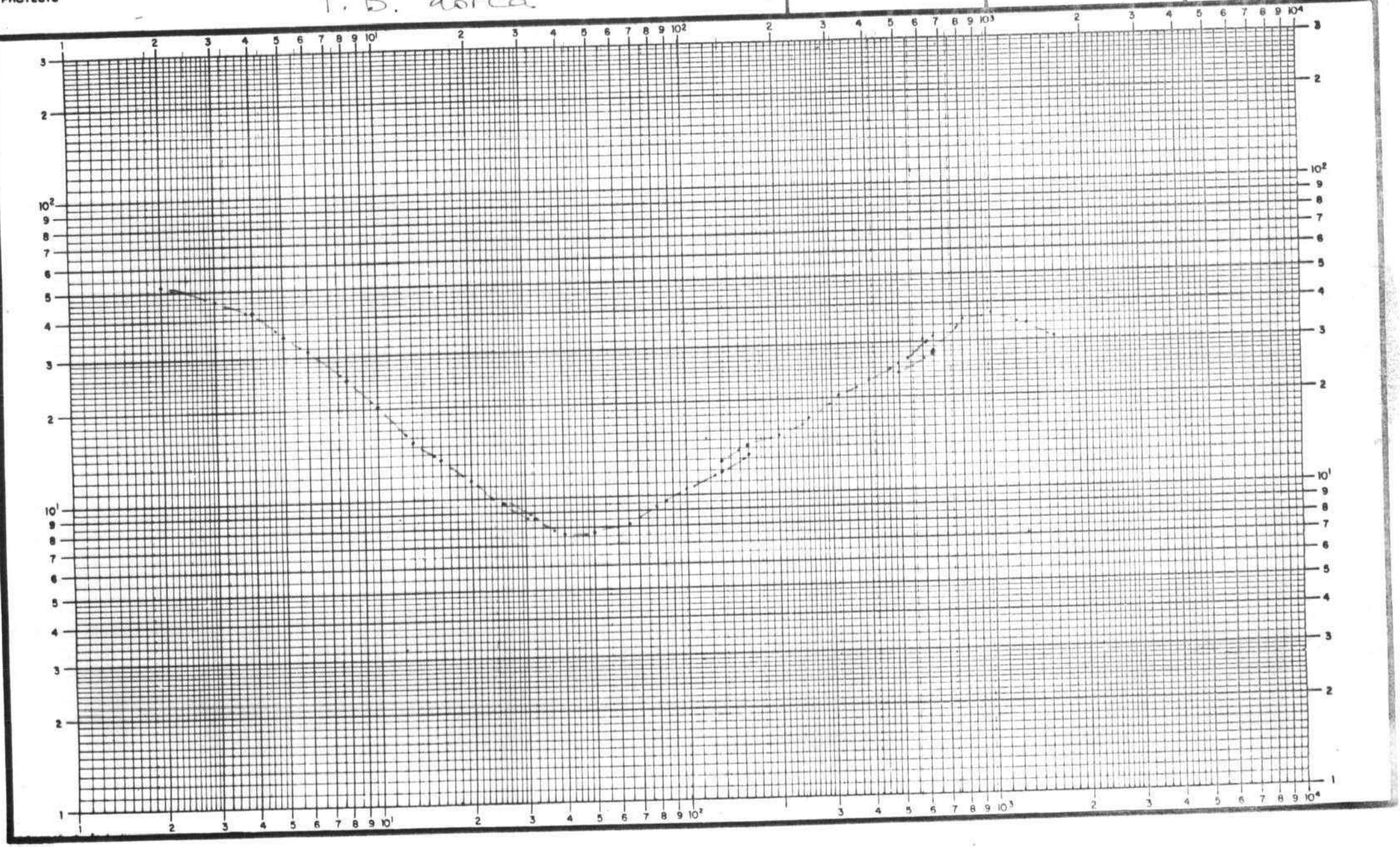
PROYECTO		SEV N.º	FECHA
P. B. Lorca		PK-1	



46-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

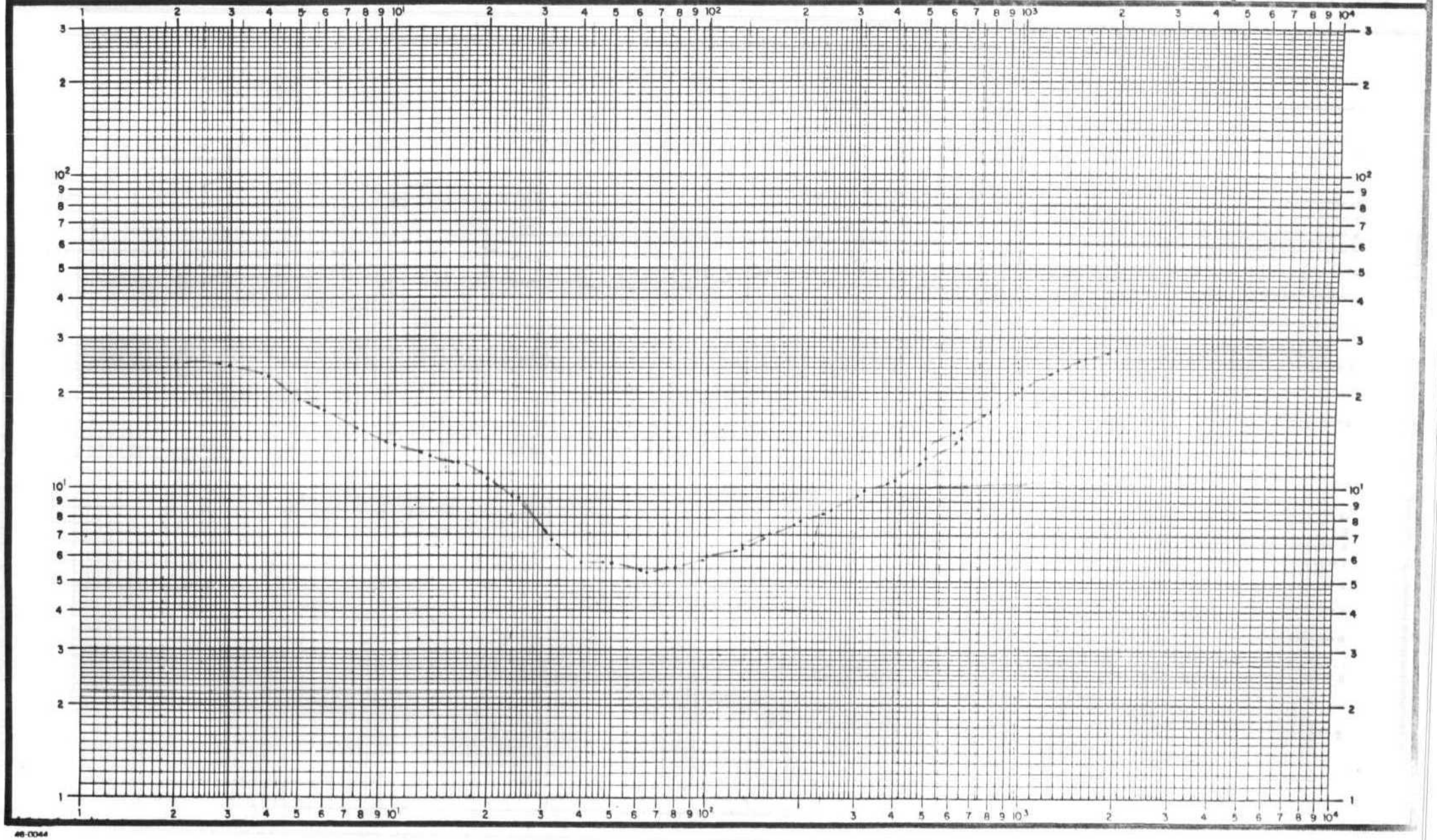
PROYECTO		SEV N.º	FECHA
P. B. dorca.		P.-2	



46 0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO		SEV N.º	FECHA
P.B. Lorca.		PK-3	



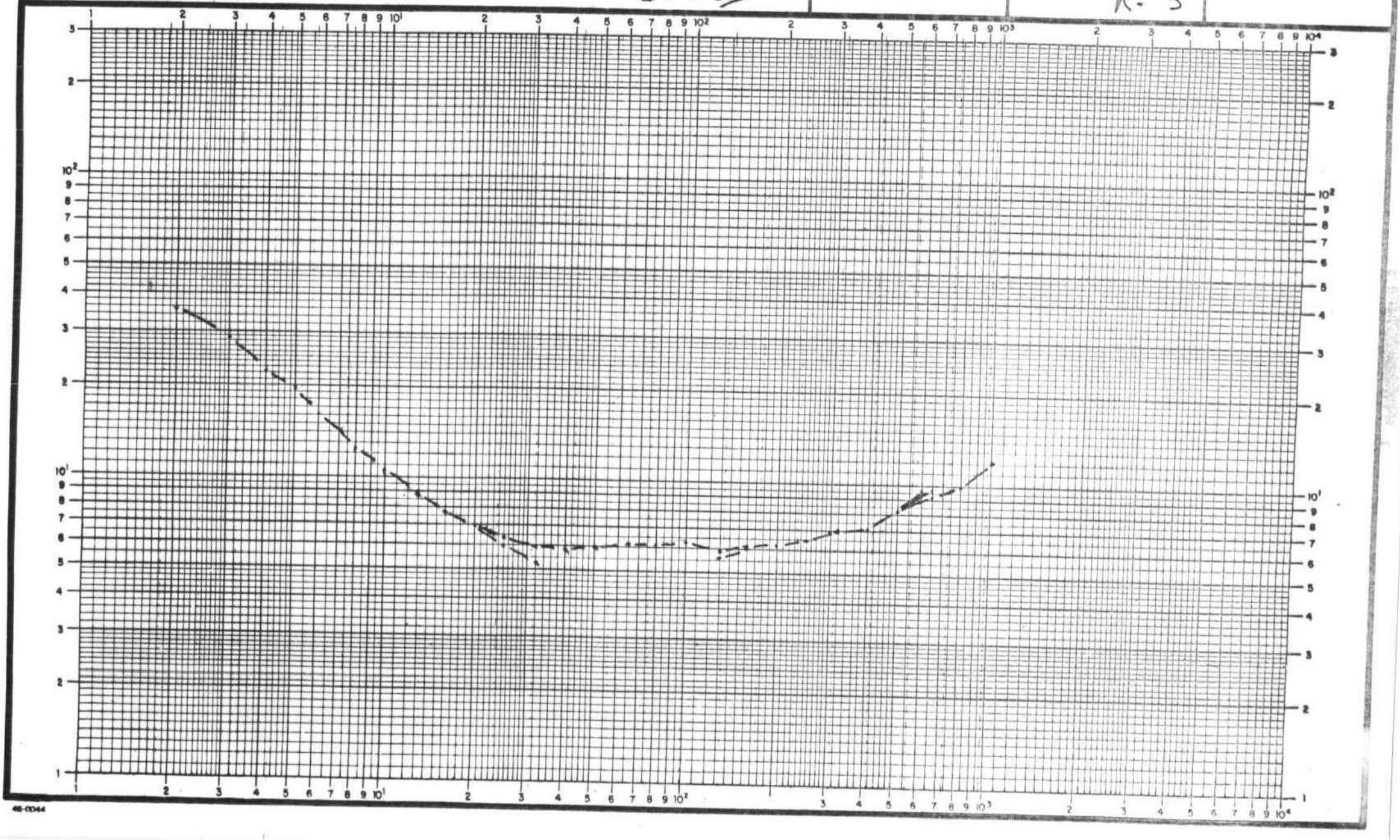
46-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO LORCA

SEV N.º K-5

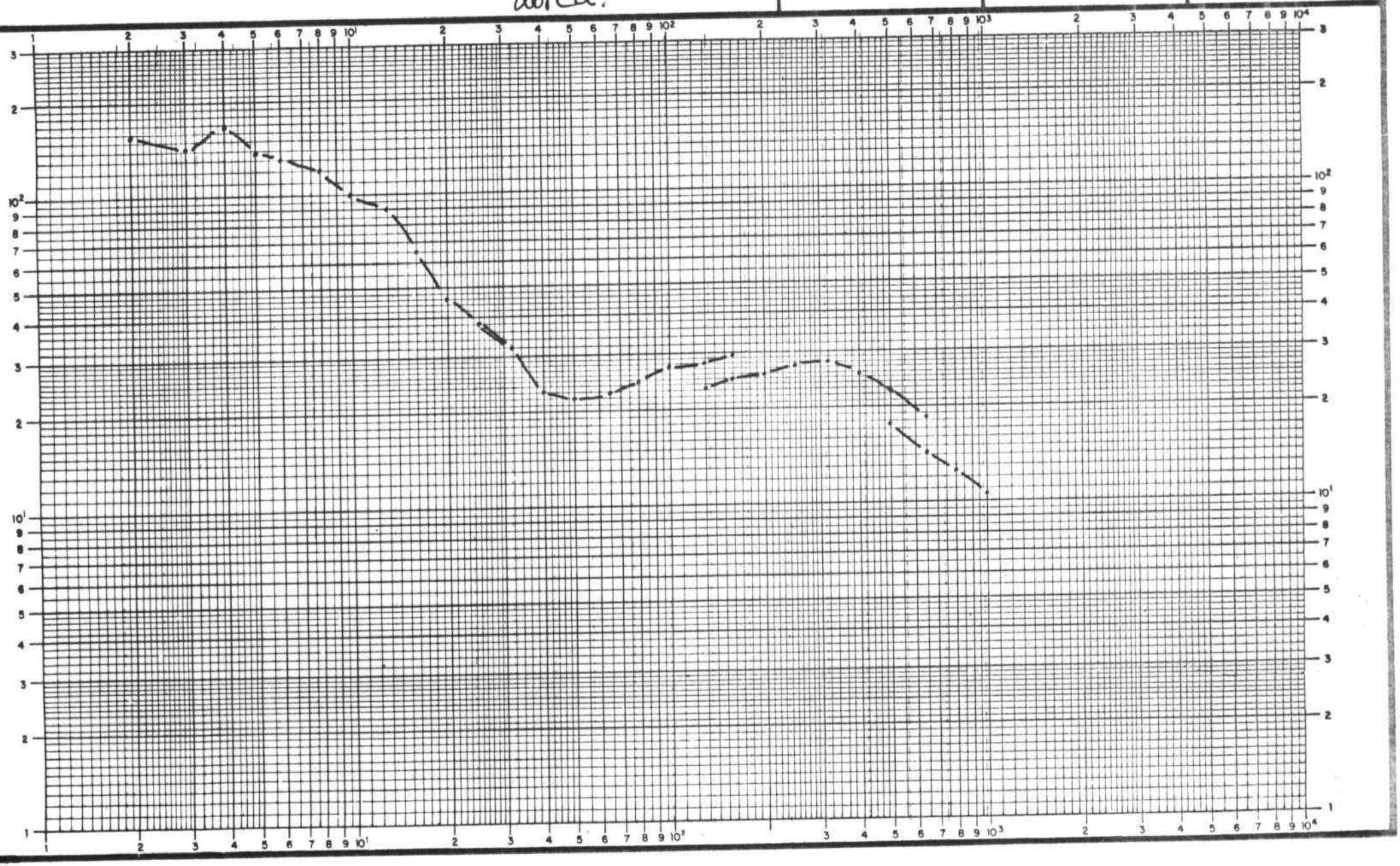
FECHA



48-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

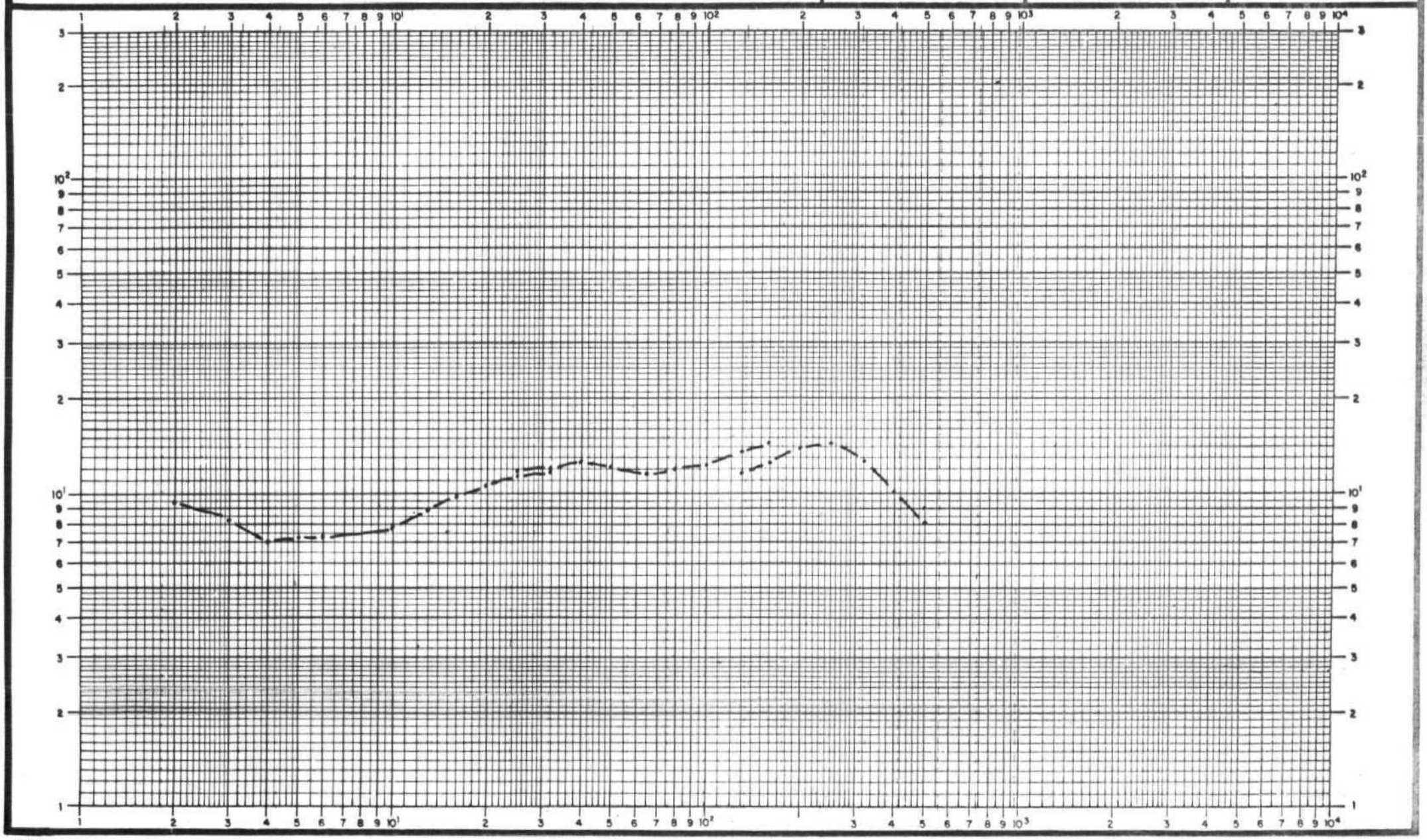
PROYECTO		SEV N.º	FECHA
Lorca.		L-1	



AB 0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO		SEV N.º	FECHA
Lorca		L-2	

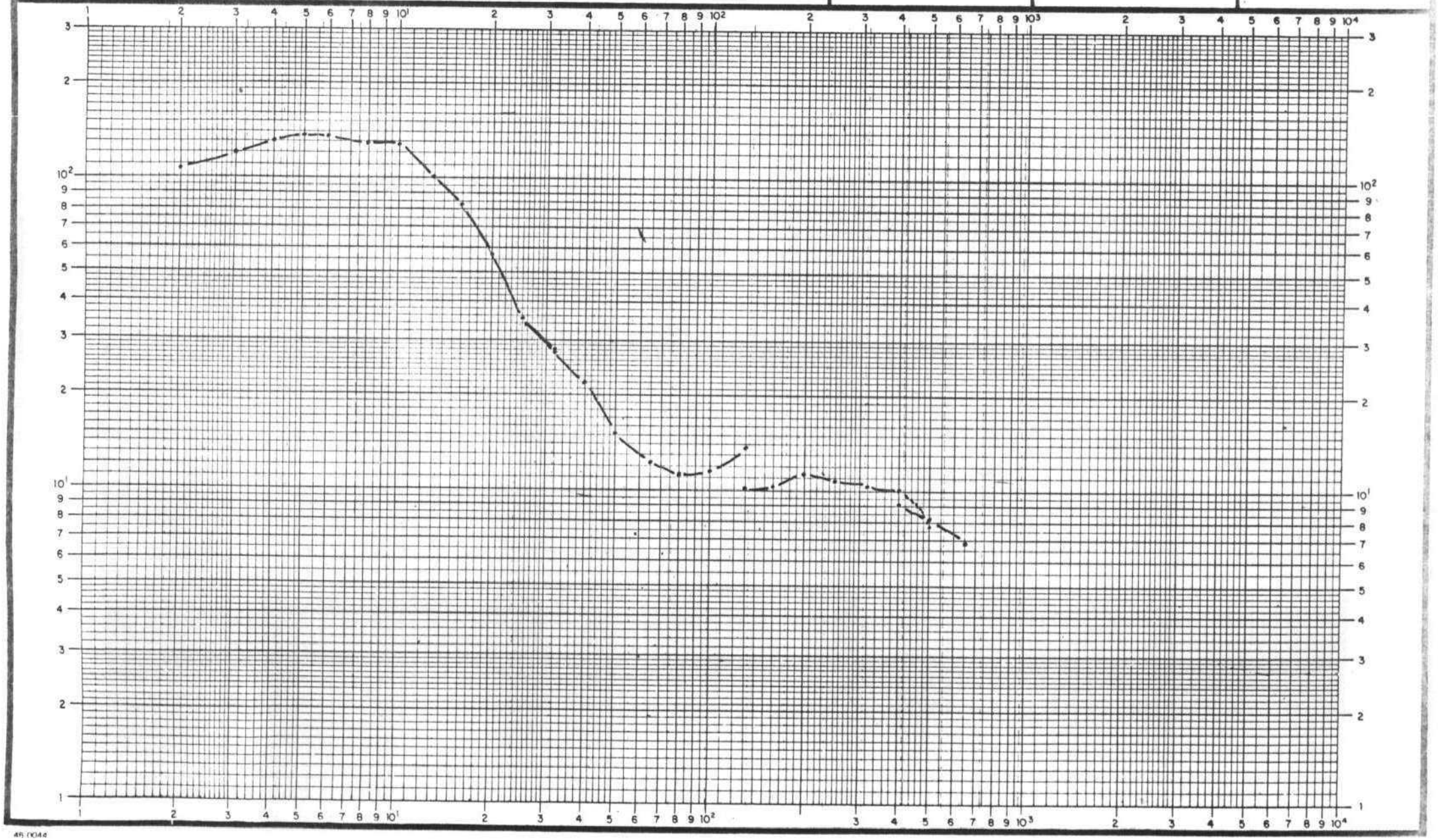


46-0344

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

- Sobre el cauce del río

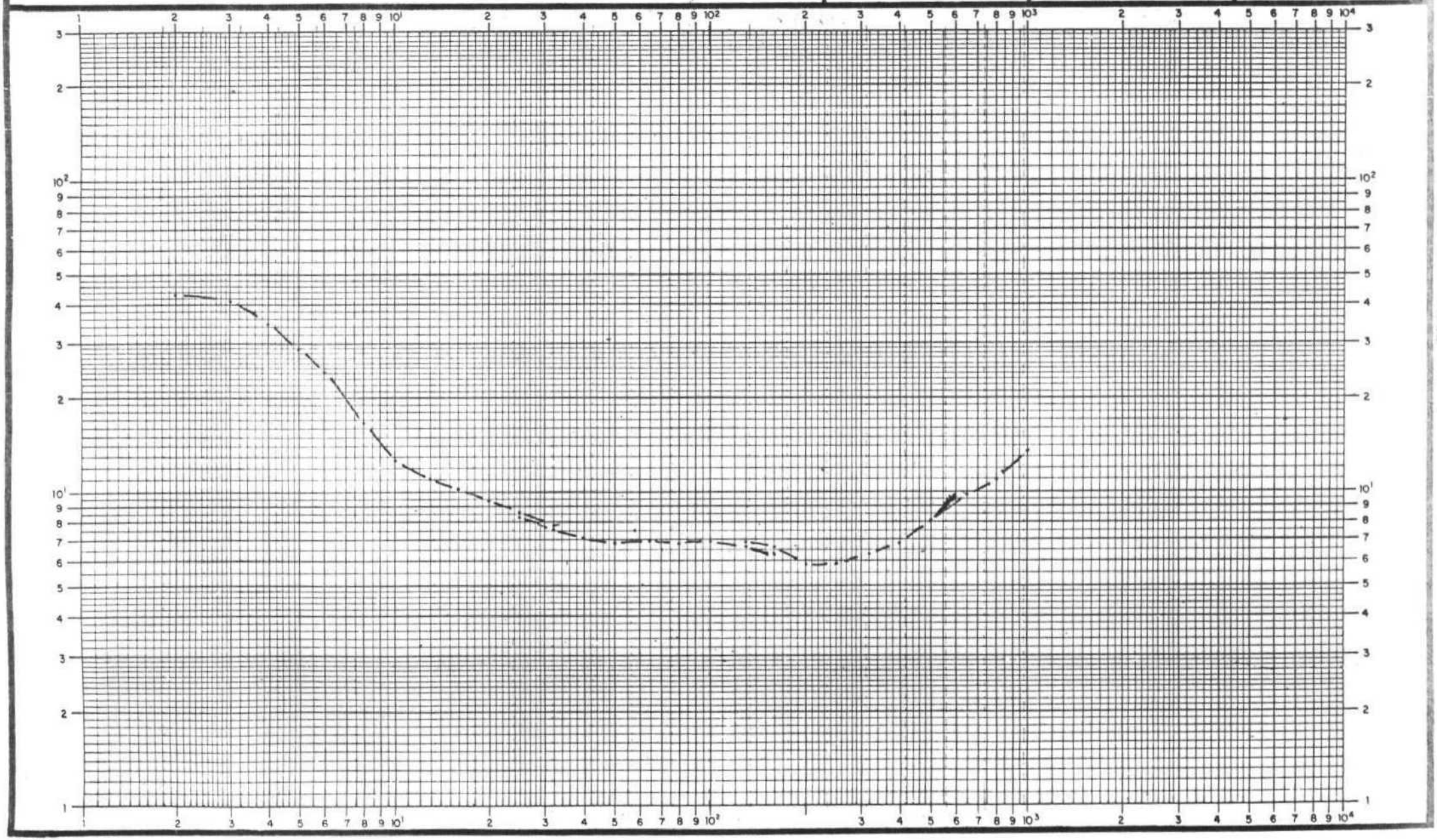
PROYECTO		S E V N.º	FECHA
Lorca		L-3	



48 0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

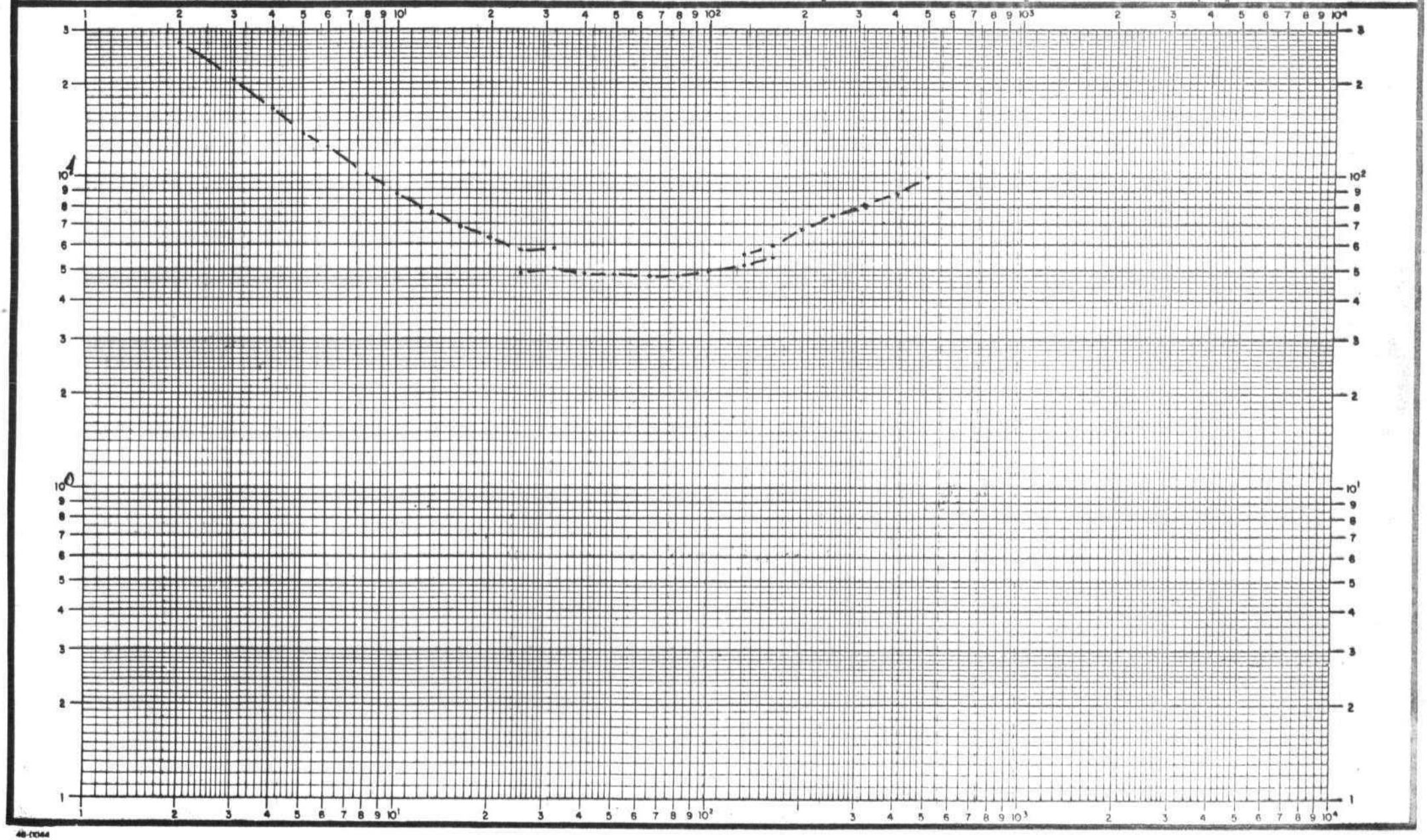
PROYECTO		S E V N.º	FECHA
LORCA		M-1	



46 0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

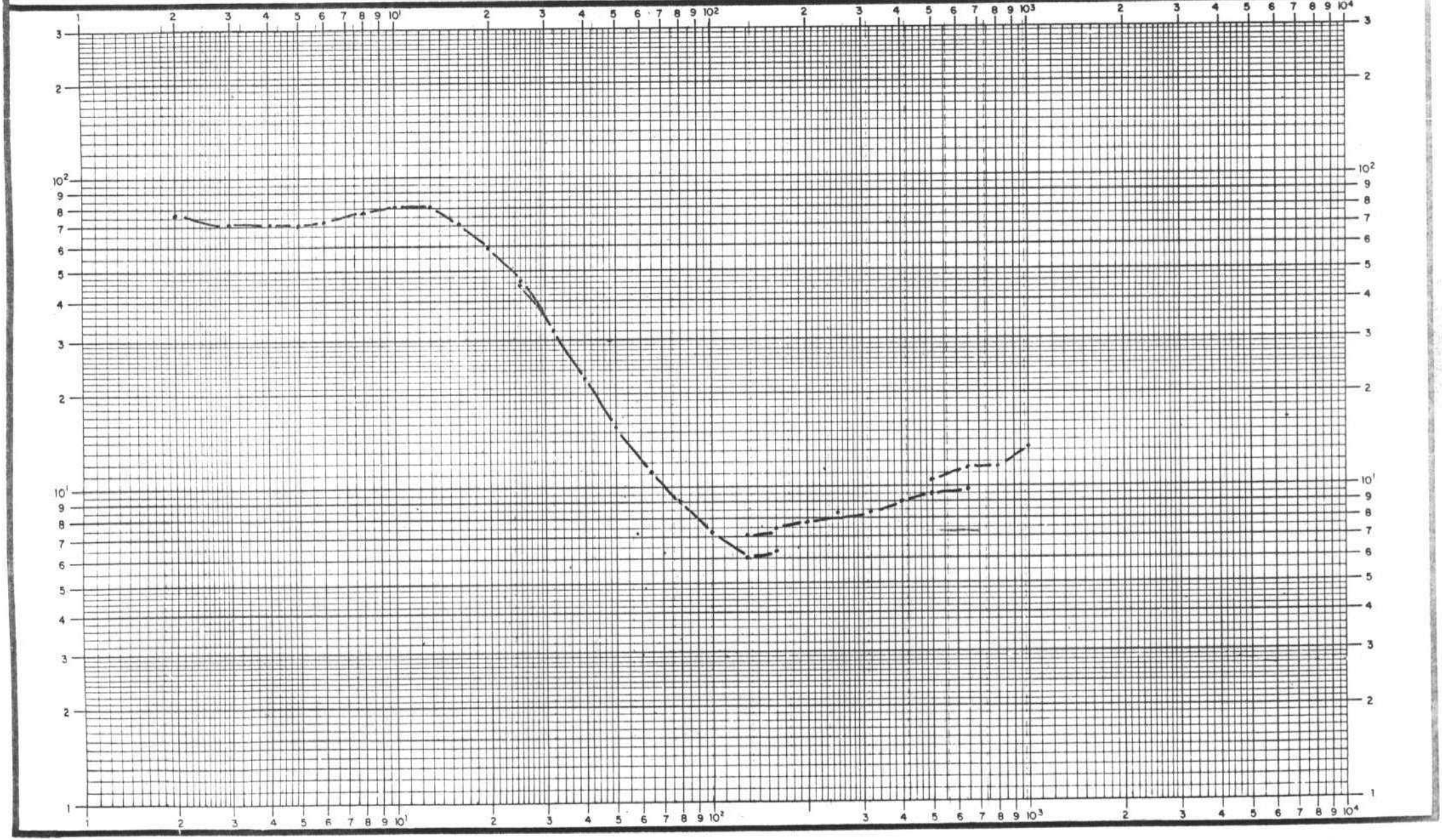
PROYECTO		S E V N.º	FECHA
LORCA		K-4	4-1-83



48-10144

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

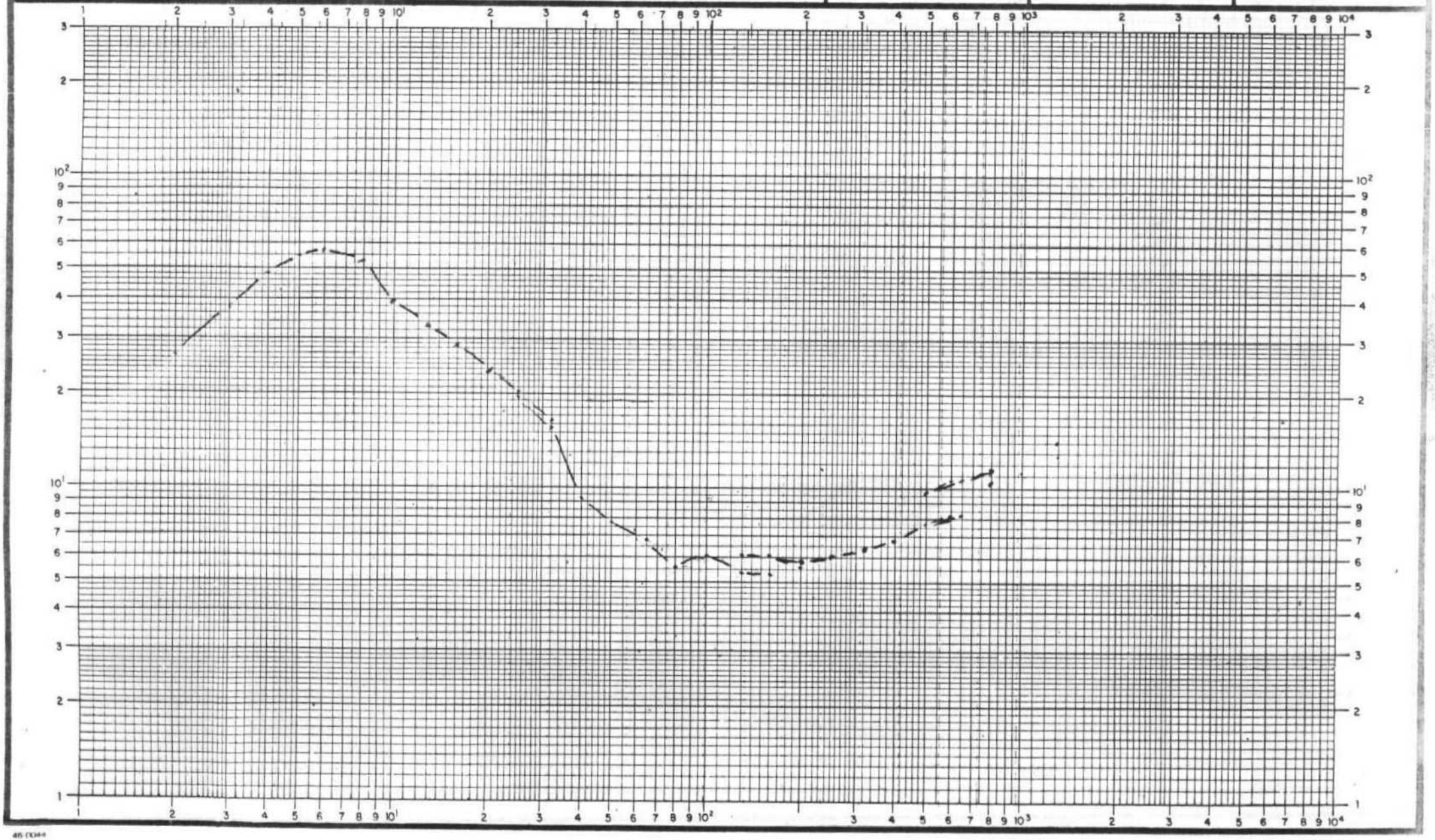
PROYECTO		SEV N.º	FECHA
Lorca		L-4	



46 0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

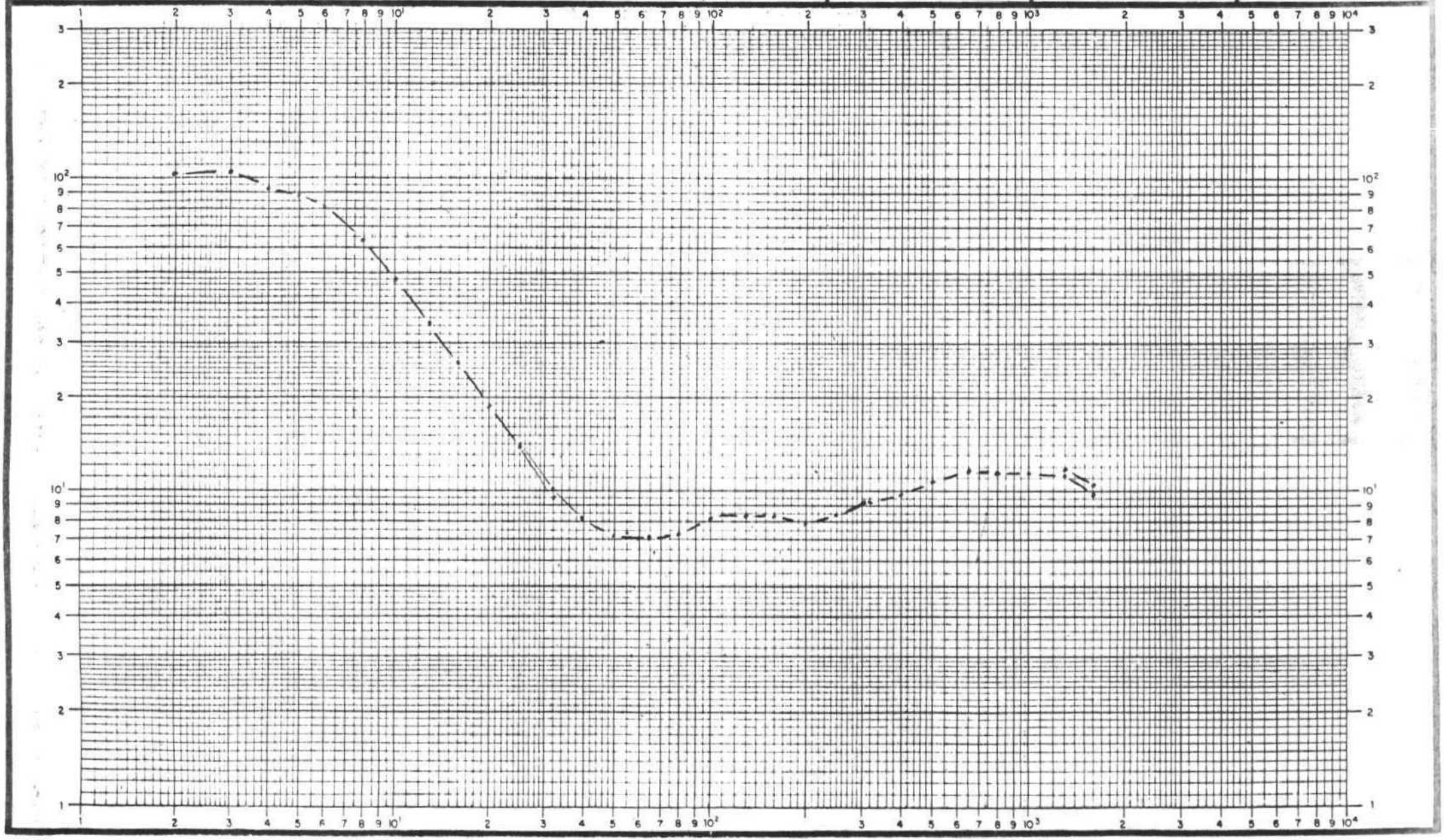
PROYECTO		S E V N.º	FECHA
LORCA.		M-2	



46 0044

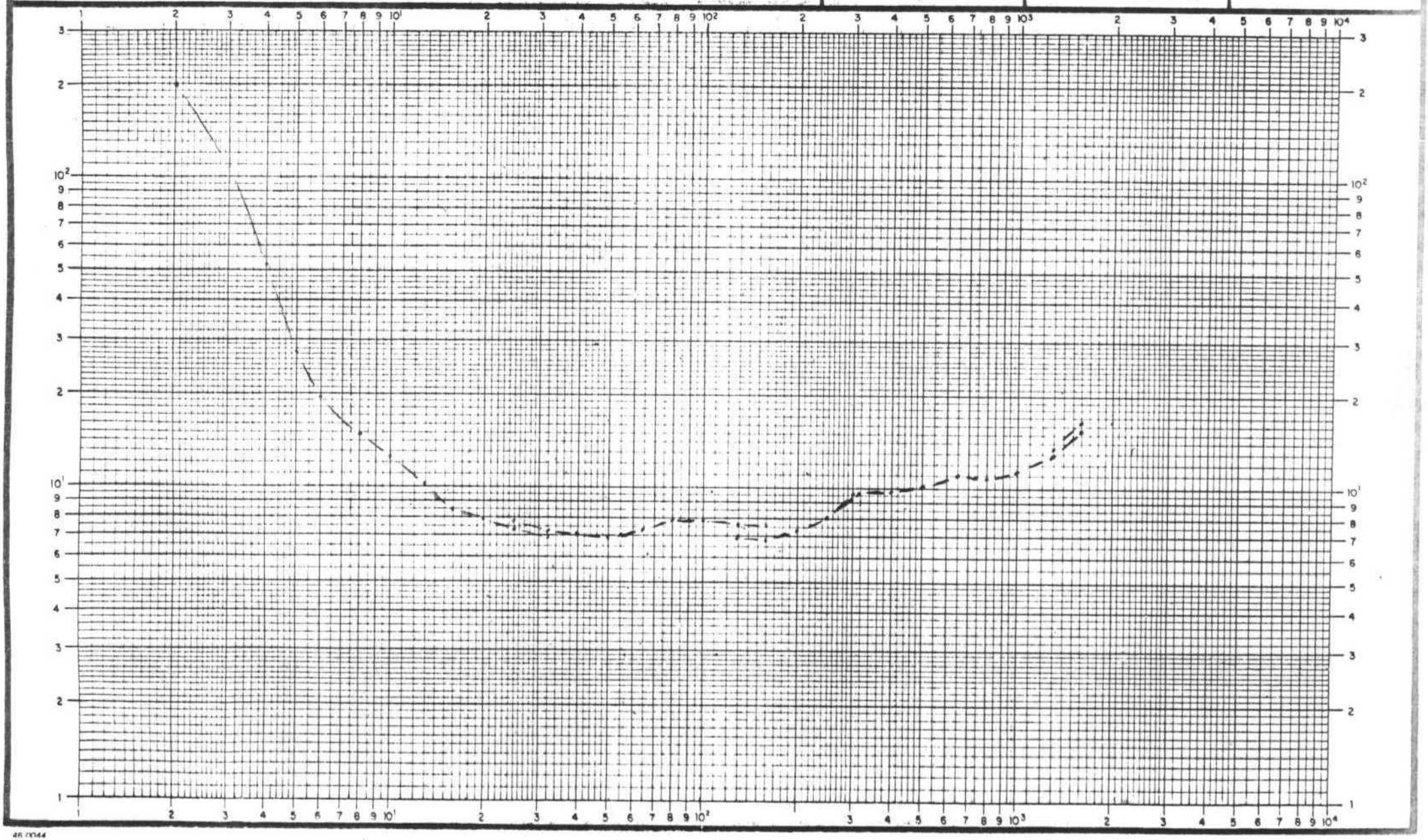
CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO		S E V N.º	FECHA
LORCA		M-4B	



CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

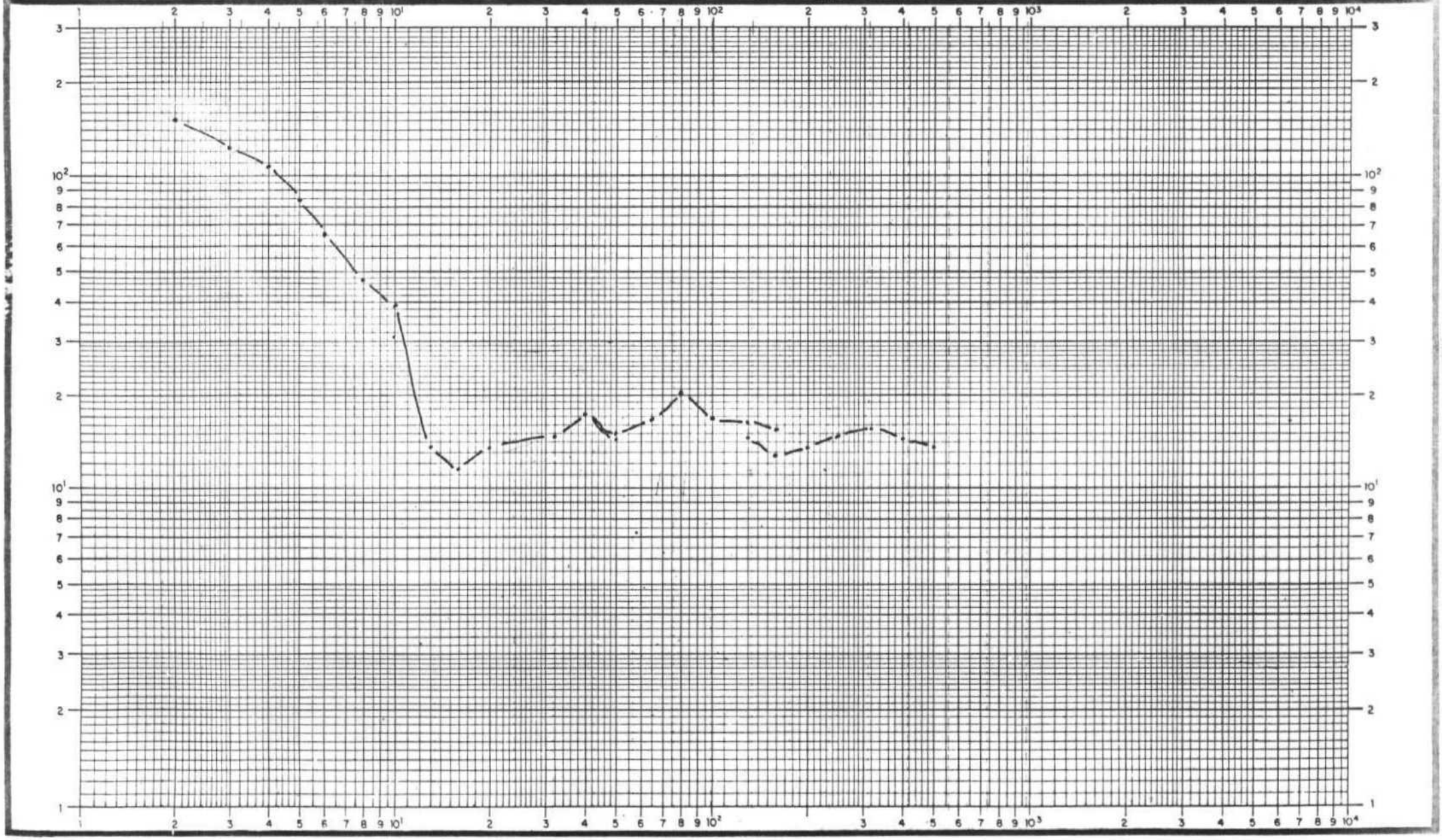
PROYECTO		SEV N.º	FECHA
LORCA.		M-3	



46 0044

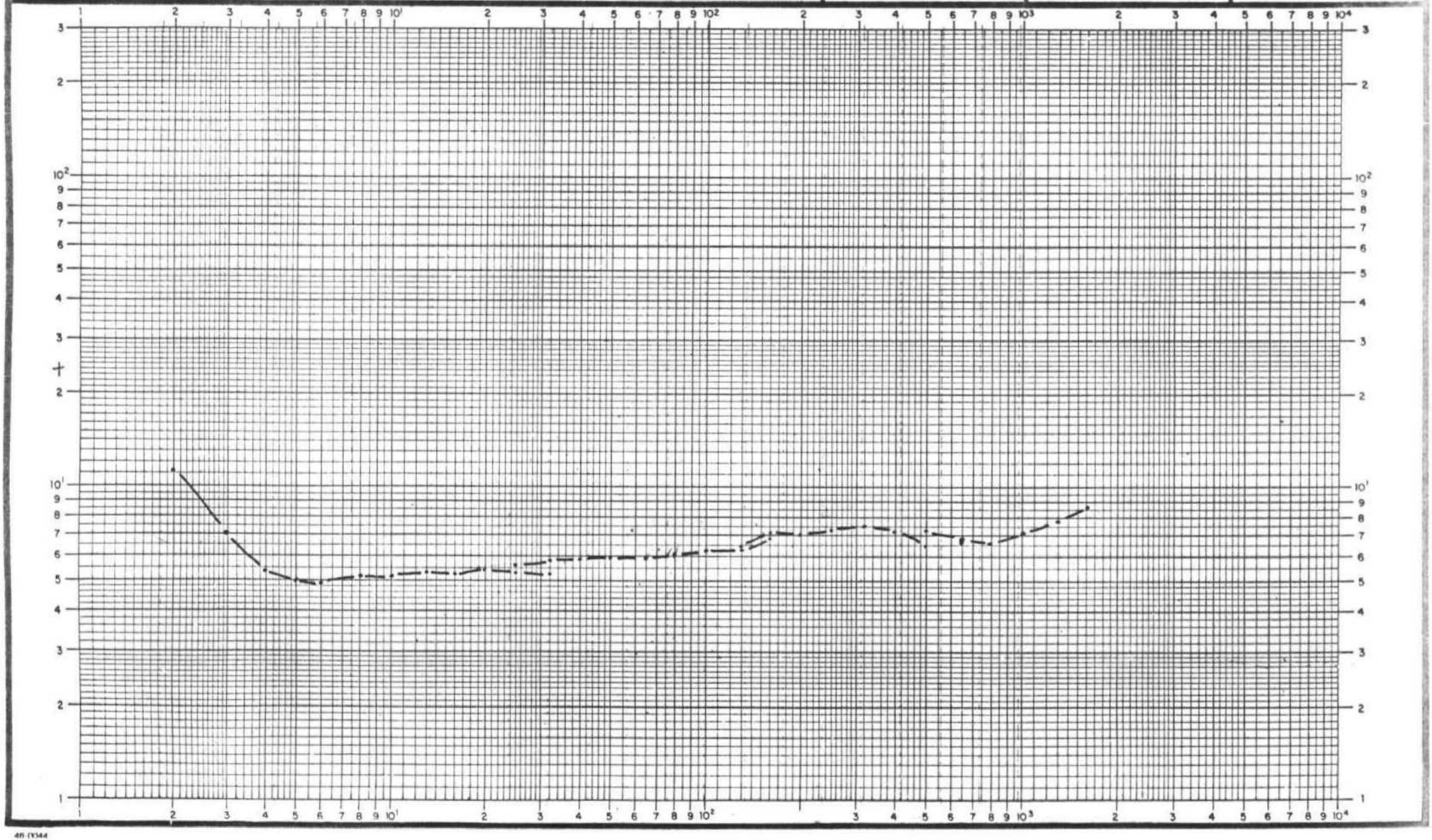
CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO		S E V N.º	FECHA
Adra		N-1	



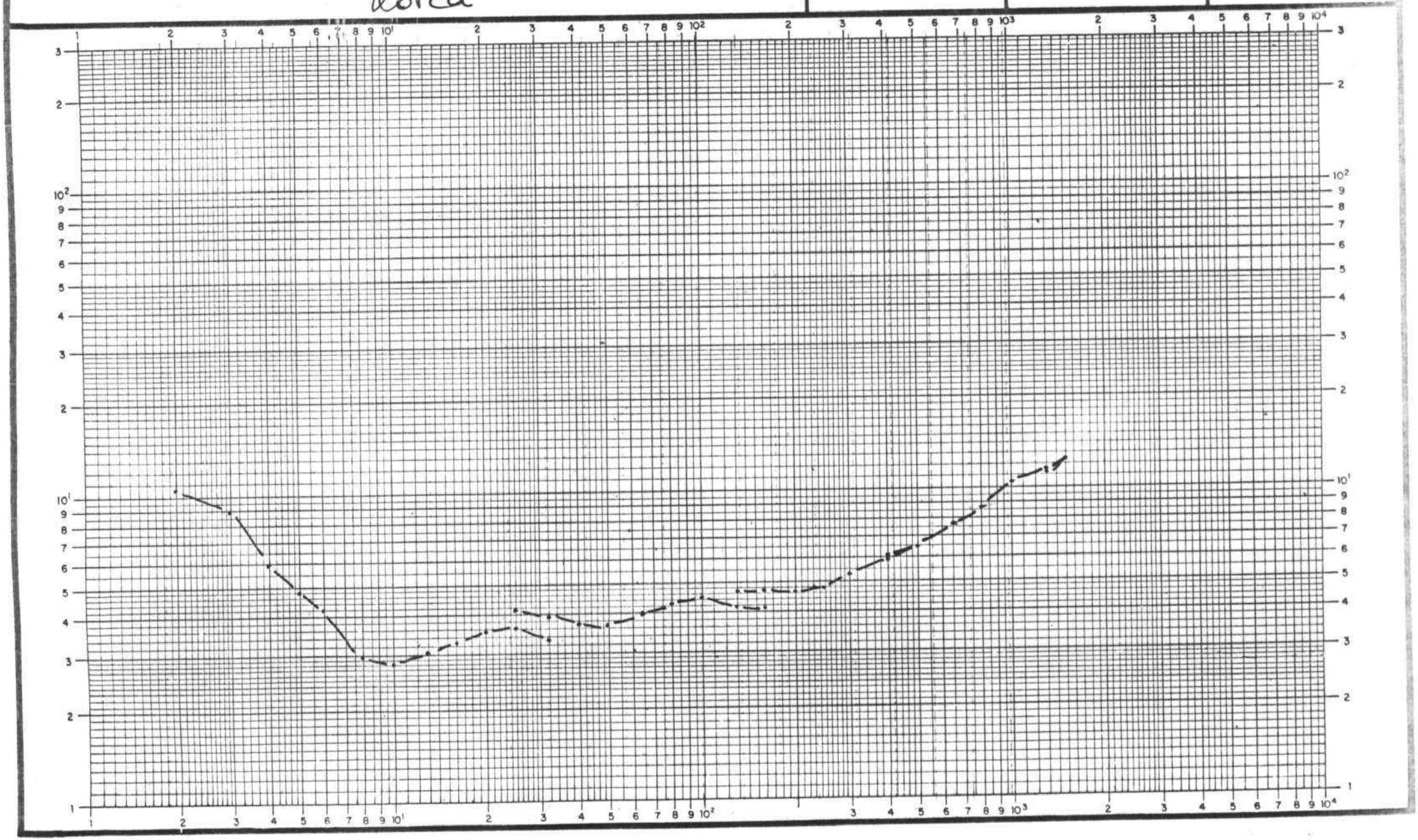
CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO		SEV N.º	FECHA
Lorca		N-2	



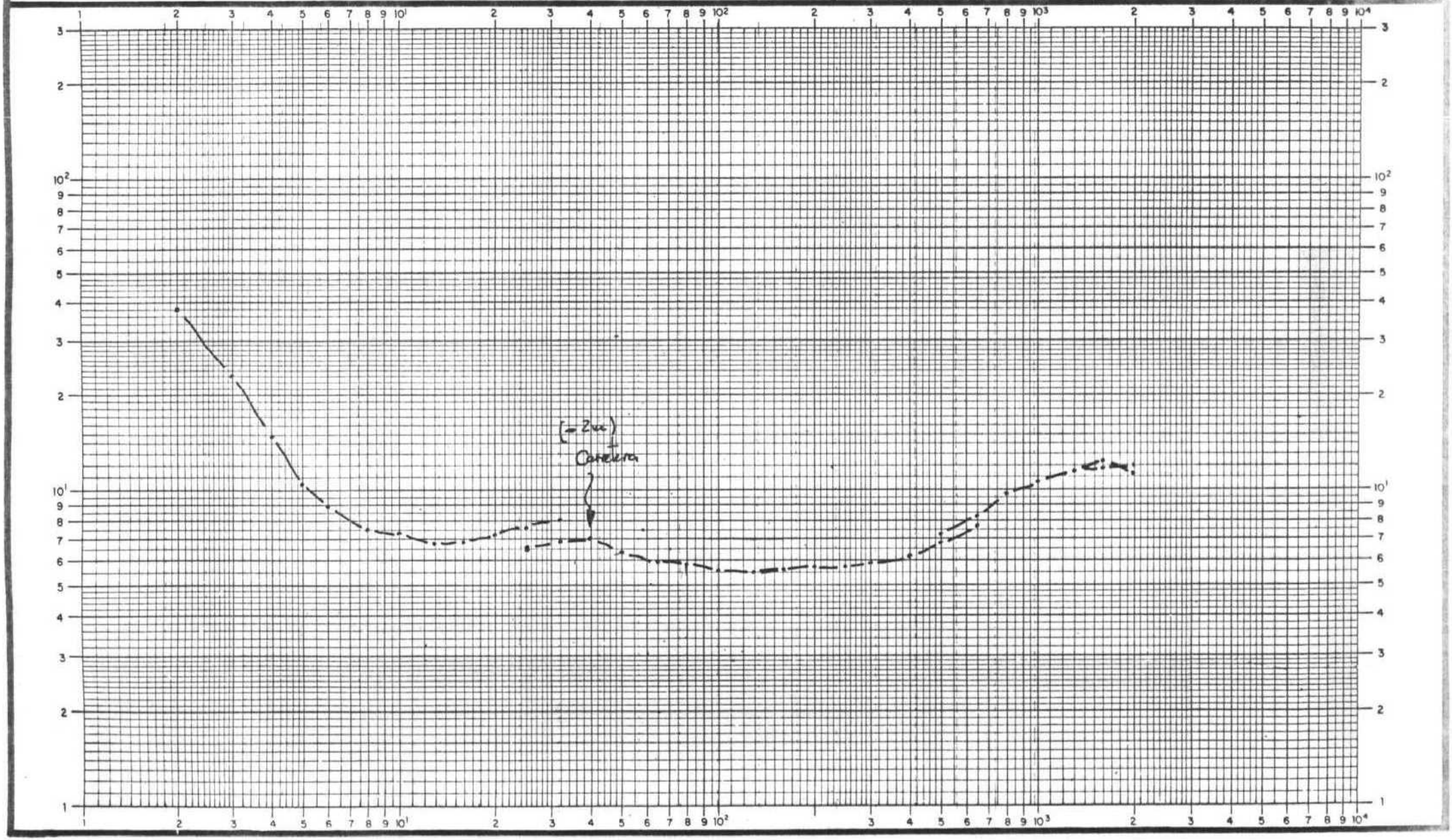
CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO		SEV N.º	FECHA
Lorca		N-3	



CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

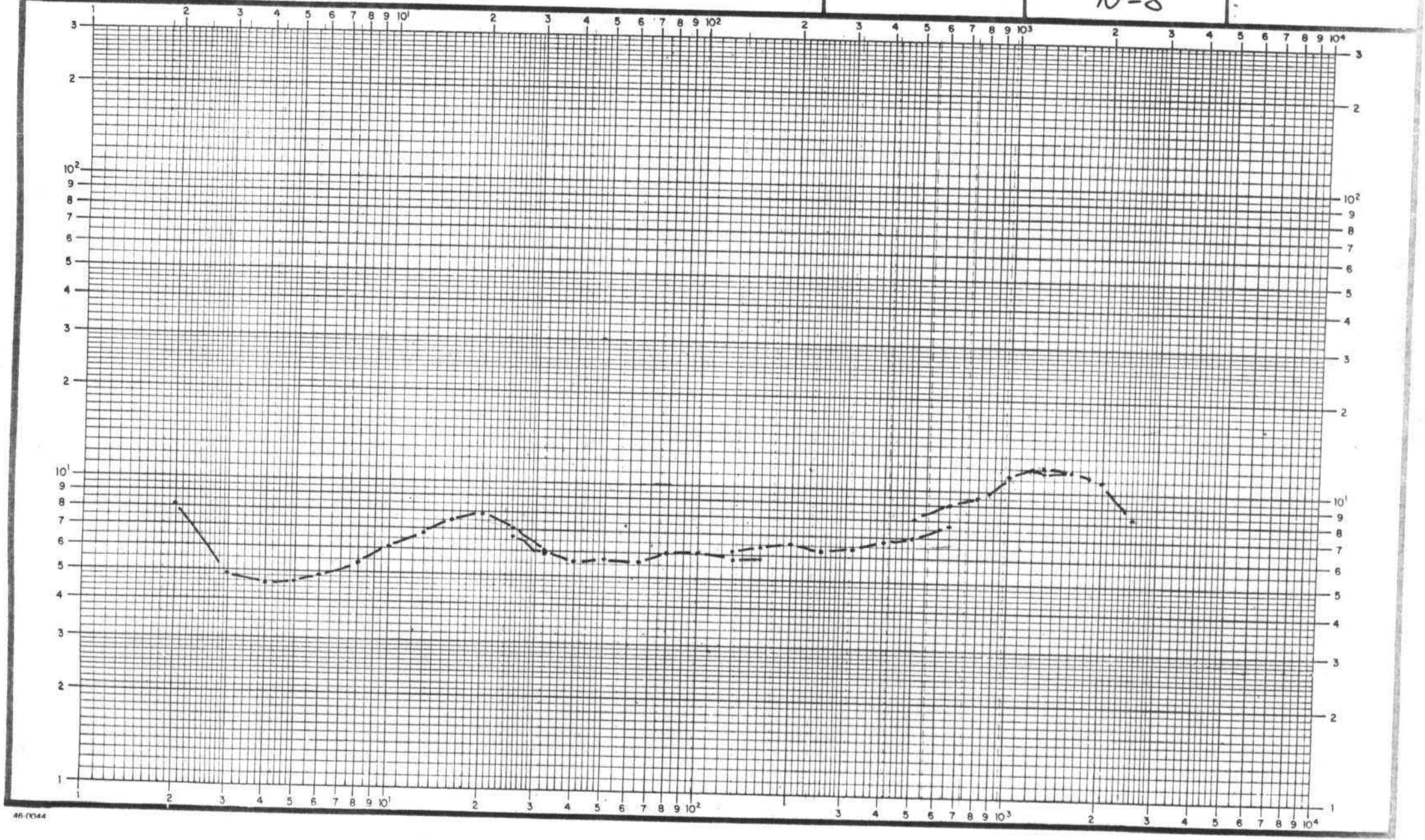
PROYECTO		SEV N.º	FECHA
Lorca		N-4	



46-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO		SEV N.º	FECHA
Lorca		N-5	



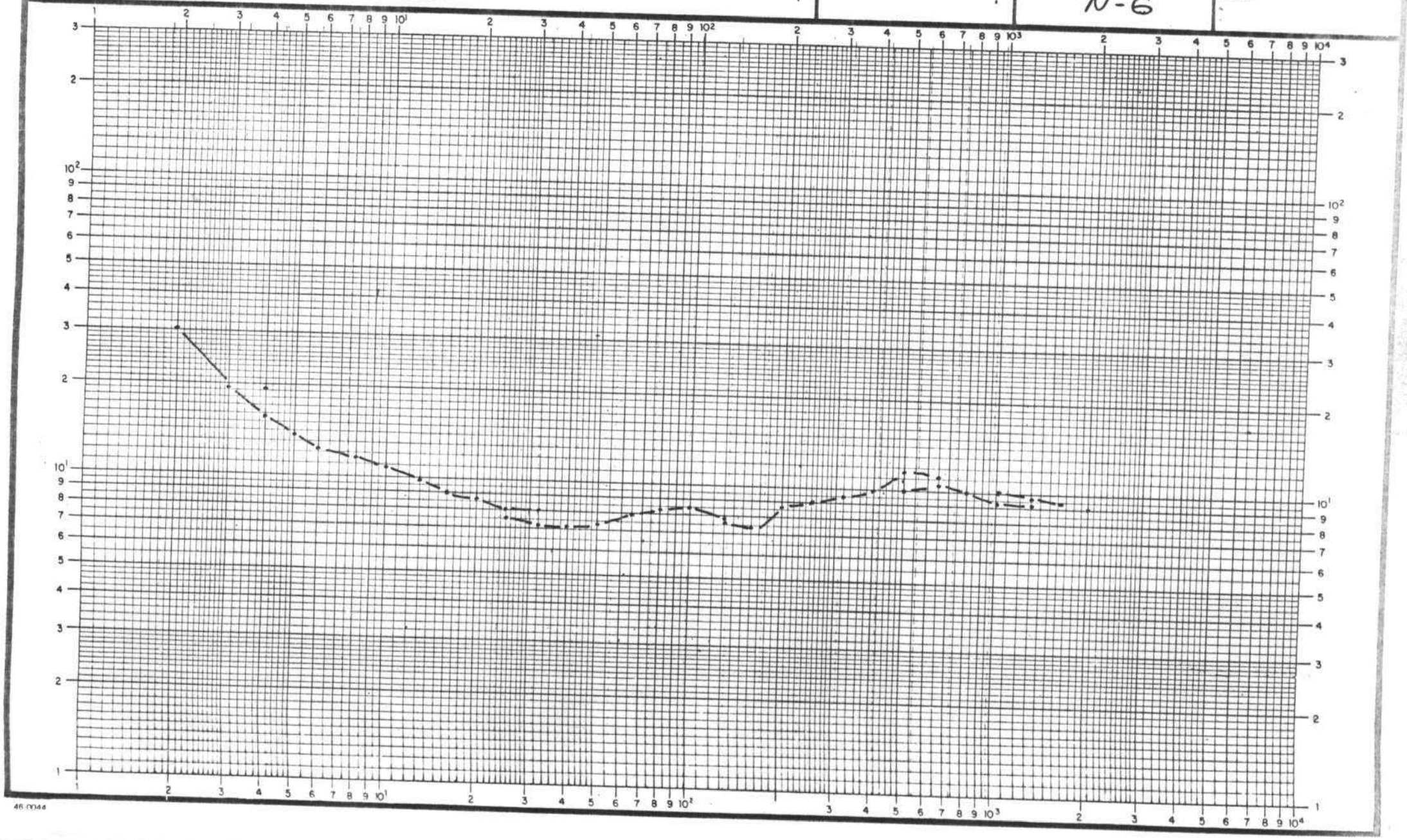
46-0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO Lorca

SEV N.º N-6

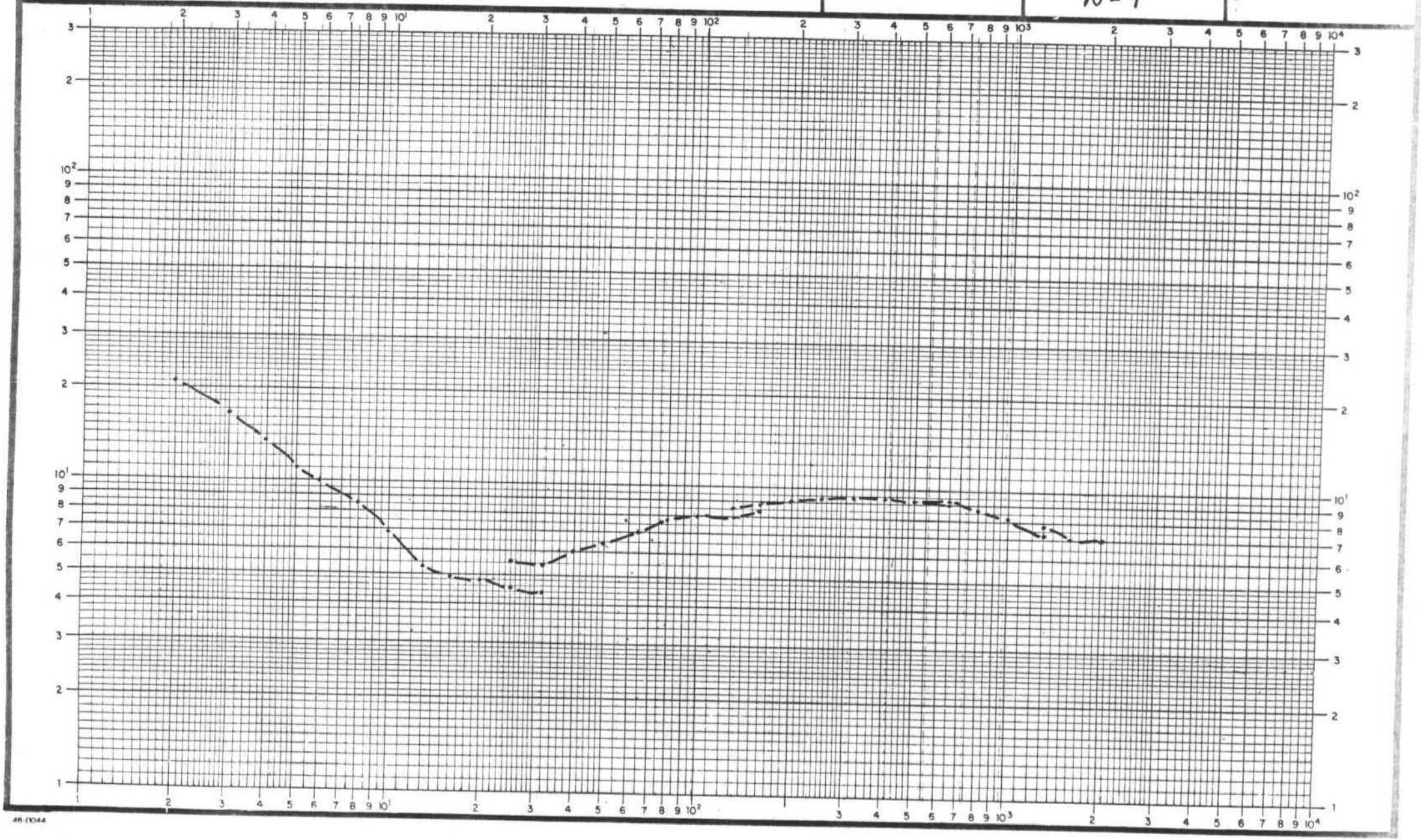
FECHA



46 0044

CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

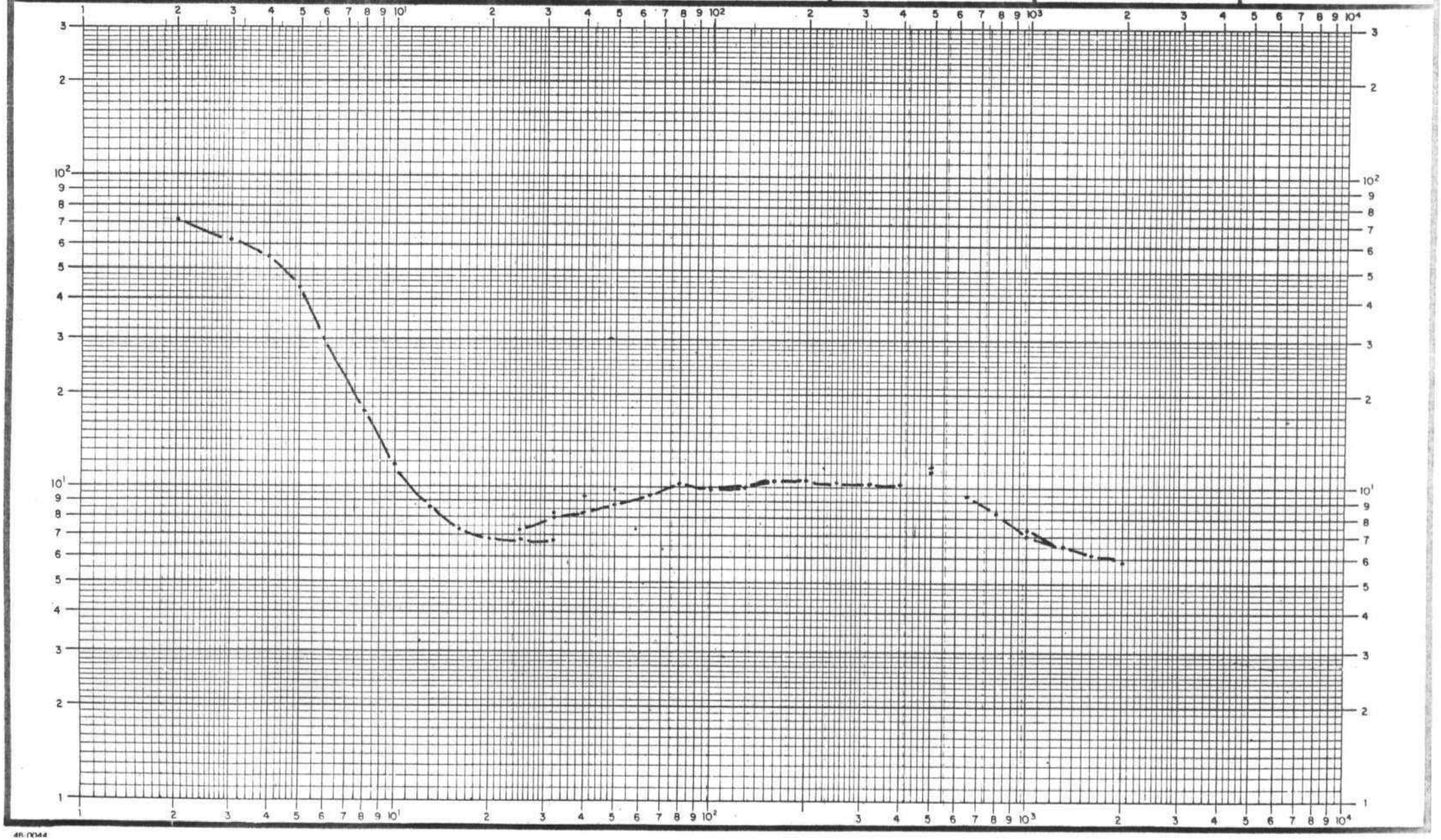
PROYECTO		SEV N.º	FECHA
Lorca		N-7	



46-0044

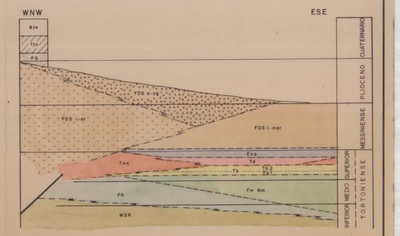
CGS
UNA COMPAÑIA DEL GRUPO CEPSA

PROYECTO		SEV N.º	FECHA
Lorca		N-8	



46-0044

LEYENDA



Alv.- Aluviones recientes de cauce.

Tyc.- Depósitos heterogéneos de terrazas, coluviones y eluviones.

PQ.- Formación detrítica, sobre todo conglomerática, restos de una antigua raña pliocuaternaria.

FDS.- Formación detrítica superior de carácter dominantemente continental.
- l.m: margas y limos ocres o rosados con areniscas.
- l.ar.: areniscas, limos y margas, con abundantes niveles de conglomerados.
- a.cg.: conglomerados.

Evp.- Margas yesíferas grises y amarillentas que pasan a halita hacia el centro de la cuenca (Cubierto). Bancos de yeso.

Td.- Margas, areniscas y limos grises.

Tmo.- Margas y limos grises con yesos.

Tb.- Tramo bituminoso: margas y limos laminados, con sílex y calizas azufrosas.
- Tb_2: con areniscas y algo de yeso.
- Tb_1: con calizas azufrosas y sílex.

FmMm.- Margas y margocalizas grises con plataforma litoral.

FR.- Facies pararrecifal, calcarenitas bioclásticas con algas, esponjas, ostreidos, etc.

MSR- Formación margo-arenosa gris subrecifal.

SIMBOLOS

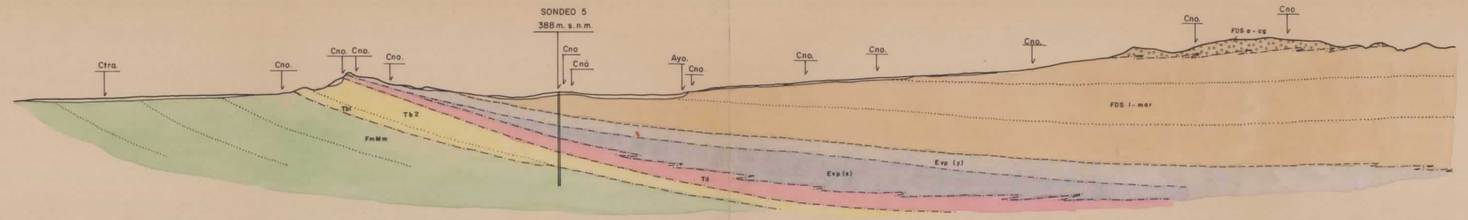
- Contacto normal
- " cambio de facies
- " discordante o paraconcordante
- Falla
- Direccion y cantidad de buzamiento
- S-5 Sondeo(1982)
- L-3 Sondeo(1981)
- Pozo
- Escombrera
- Derrubios de ladera
- A — A' Corte geológico

10878

DIBUJADO J.M.L.I.	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
FECHA Diciembre 1982		
COMPROBADO		
AUTOR C.G.S.S.A.	PROYECTO AMPLIACION DE LA INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN LA ZONA DE LORCA (MURCIA) (FASE II)	CLAVE
ESCALA 1/10.000		
CONSULTOR	MAPA GEOLOGICO	PLANO Nº 1

SE

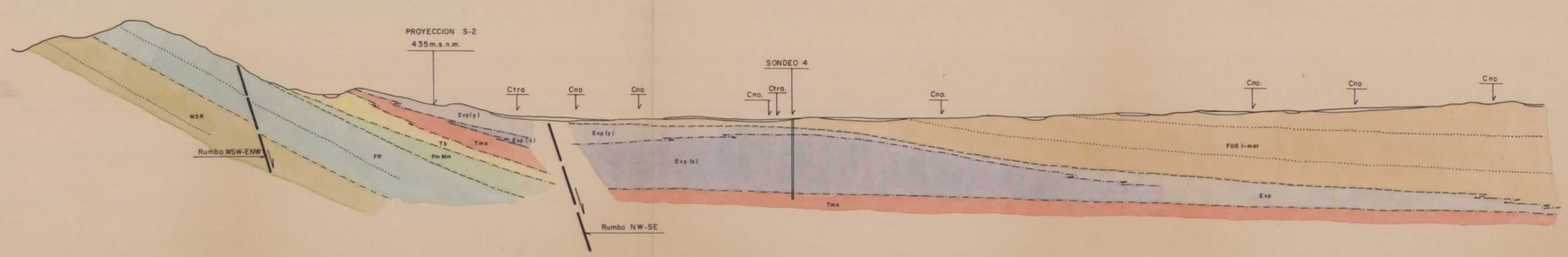
NW



CORTE A-A'

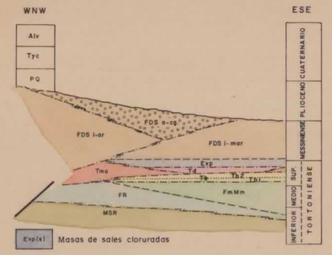
S

N



CORTE B-B'

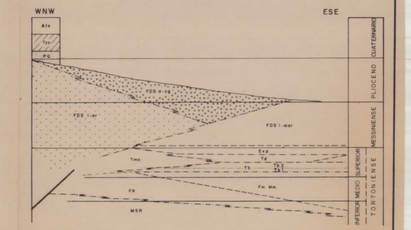
LEYENDA



Evp(s) Masas de sales cloruradas

DIBUJADO J.M.L.I.	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	IGME
FECHA Diciembre 1982		
COMPROBADO		
AUTOR C.G.S.S.A.	PROYECTO AMPLIACION DE LA INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN EL AREA DE LORCA (MURCIA)	CLAVE
ESCALA 1/ 10.000		
CONSULTOR	CORTES GEOLOGICOS	PLANO Nº 2

LEYENDA



Alv.- Aluviones recientes de cauce.

Tyc.- Depósitos heterogéneos de terrazas, coluviones y eluviones.

PQ.- Formación detrítica, sobre todo conglomerática, restos de una antigua rasa pliocuaternaria.

FDS.- Formación detrítica superior de carácter dominantemente continental.
- l.m: margas y limos ocres o rosados con areniscas.
- l.ar.: areniscas, limos y margas, con abundantes niveles de conglomerados.
- a.cg.: conglomerados.

Evp.- Margas yesíferas grises y amarillentas que pasan a halita hacia el centro de la cuenca (Cubierto). Bancos de yeso.

Td.- Margas, areniscas y limos grises.

Tmo.- Margas y limos grises con yesos.

Tb.- Tramo bituminoso; margas y limos laminados, con sílex y calizas azufrosas.
- Tb_2: con areniscas y algo de yeso.
- Tb_1: con calizas azufrosas y sílex.

FmMm- Margas y margocalizas grises con plataforma litoral.

FR.- Facies pararrecifal, calcarenitas bioclásticas con algas, esponjas, estreidos, etc.

MSR- Formación marga-arenosa gris subrecifal.

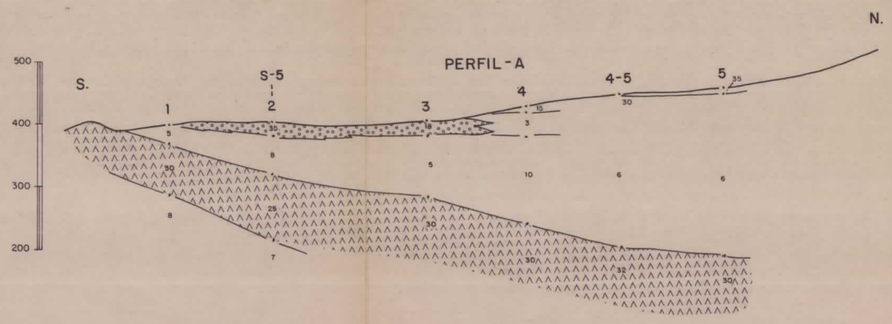
A-9 —o— Número del S.E.V.

COTA DEL PUNTO / COTA TECHO Fm. Evp.

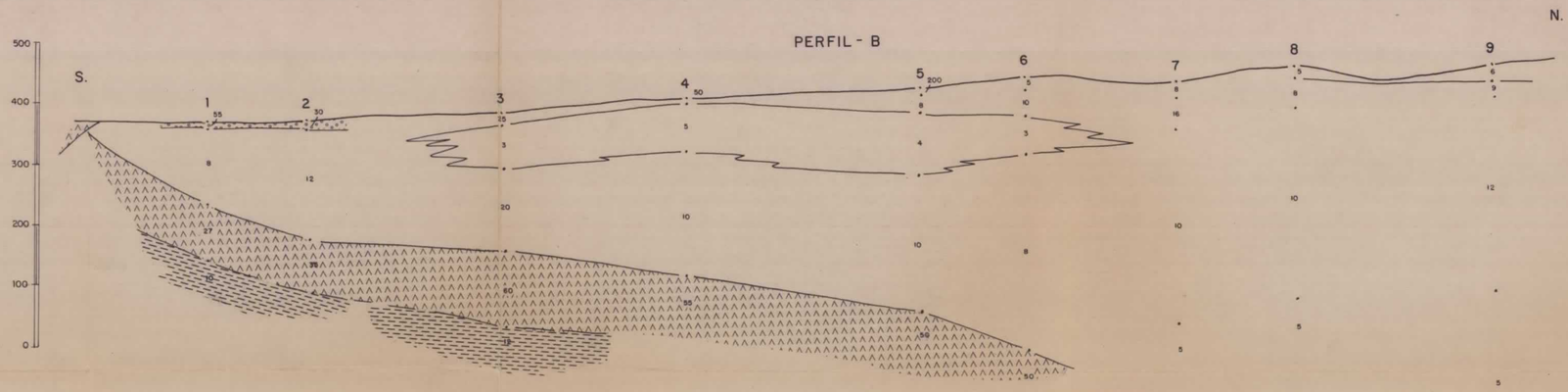
10898

DIBUJADO J.M.L.I.	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	IGME
FECHA Diciembre 1982	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
COMPROBADO		
AUTOR C.G.S.S.A.	PROYECTO: AMPLIACION DE LA INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN LA ZONA DE LORCA (MURCIA) (FASE II)	CLAVE
ESCALA 1/10.000		
CONSULTOR	MAPA DE ISOHIPSAS DEL TECHO DE LA FORMACION EVAPORITICA	PLANO Nº 3

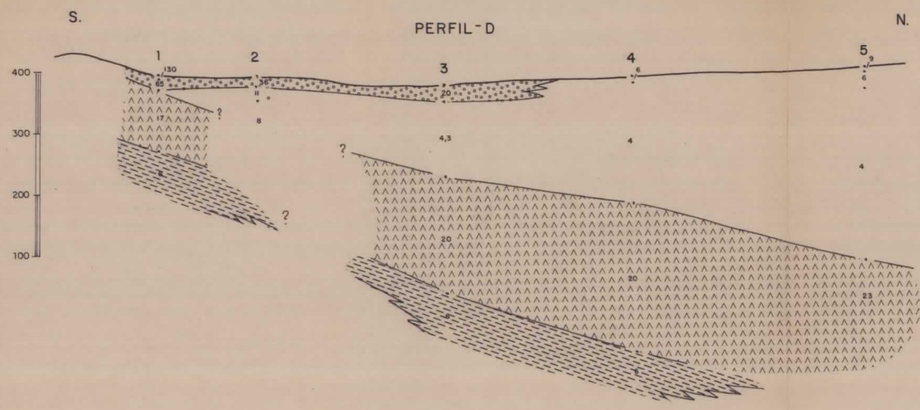
PERFIL - A



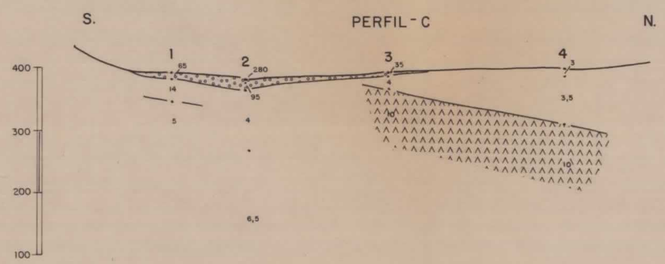
PERFIL - B



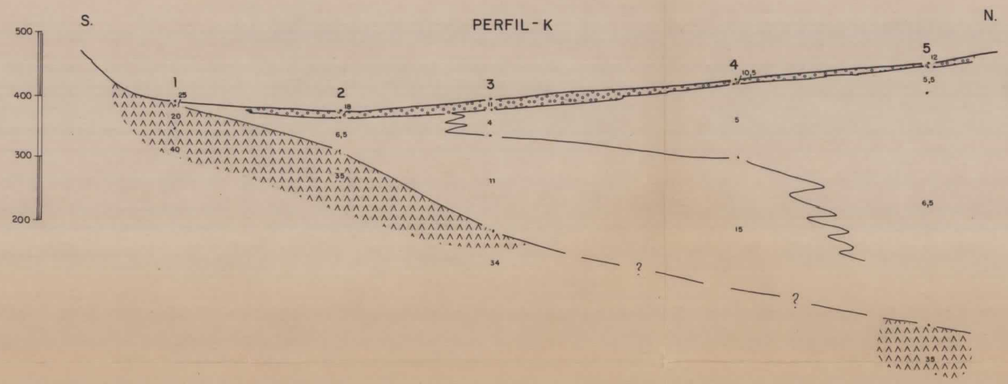
PERFIL - D



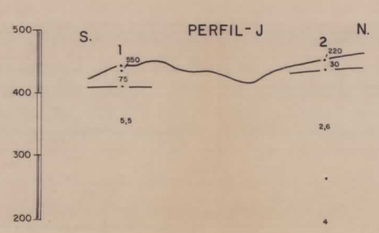
PERFIL - C



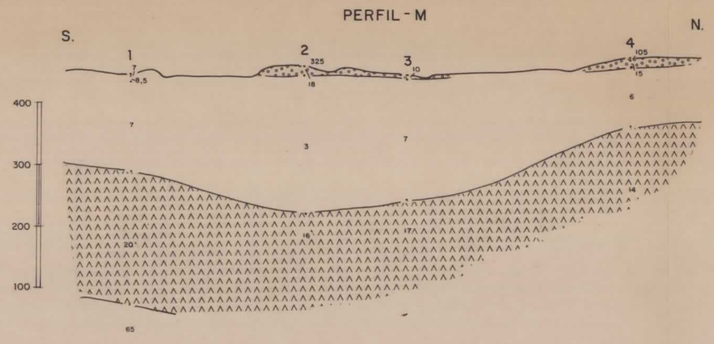
PERFIL - K



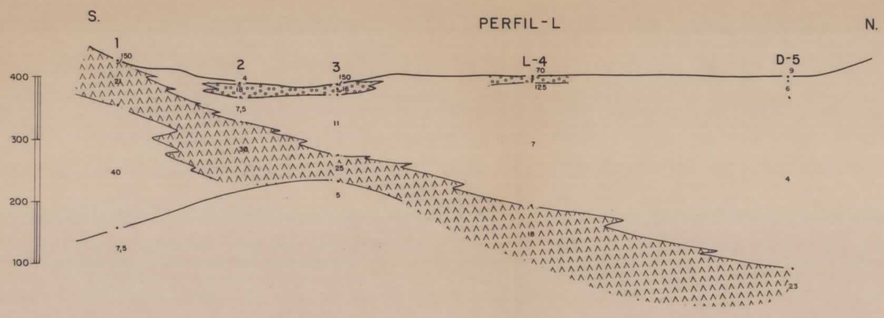
PERFIL - J



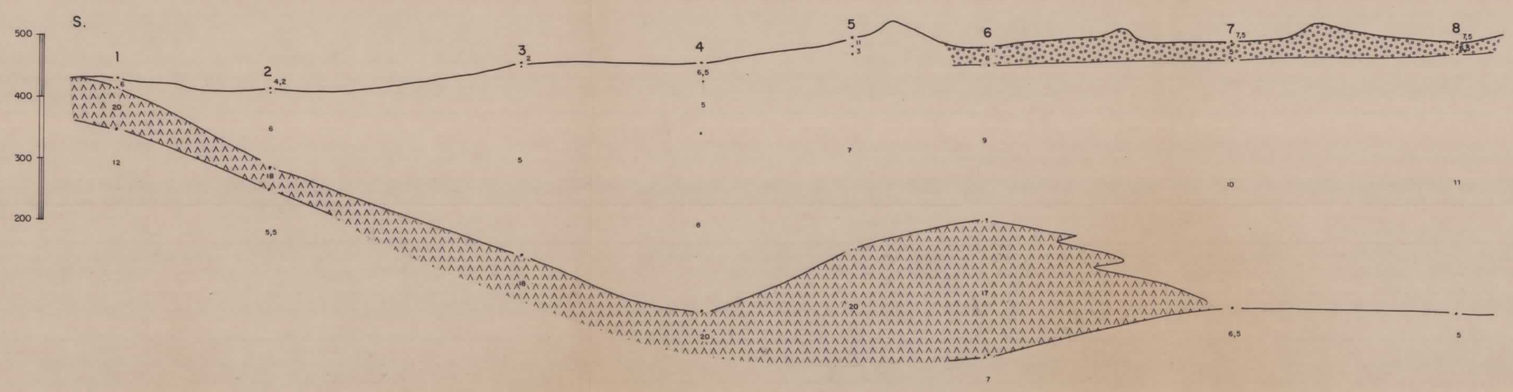
PERFIL - M



PERFIL - L



PERFIL - N



LEYENDA

- Conglomerados y arenas
- Formación evaporitica (yeso + sal)
- Arcillas y margas

10878

DIBUJADO J. M. Pérez	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
FECHA Diciembre 1.982		
COMPROBADO		
AUTOR C.G.S.S.A.	PROYECTO AMPLIACION DE LA INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN LA ZONA DE LORCA (MURCIA) (FASE II)	CLAVE
ESCALA V = 1/5.000 H = 1/10.000		
CONSULTOR	PERFILES GEOELECTRICOS	PLANO Nº 4

DIBUJADO J.M.L.I.	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
FECHA Diciembre 1.982	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
COMPROBADO	
AUTOR C.G.S.S.A.	PROYECTO: AMPLIACION DE LA INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN LA ZONA DE LORCA (MURCIA) (FASE - II) — CLAVE
ESCALA 1/200	
CONSULTOR	SONDEO nº1 — PLANO Nº 6

COMENZADO..... 4/10/82 TERMINADO..... 19/10/82

LONGITUD..... 150,30 m. INCLINACION..... VERTICAL

ALTURA..... 435 m. ANALISIS..... E.T.S.I.M.

PROF. m.	BUZAM	DESCRIPCION	MUESTRAS	CONTENIDO EN CRUDO l/t
0				10 20 30
5	30°	Limolita y arenisca de grano muy fino (0,125 mm); algún filoncillo de yeso secundario. Color ocre.		
10	40°	Limolitas arcillosas a techo; en general margosas. A muro más grises. Nivelillos (mm) de yeso concordantes. Color gris verdosas.		
15	40°	Limolita gris verdosa oscura con algo de laminación.		
		Tramo más arcilloso y laminado.		
		Limolita gris verdosa oscura.		
20		Arcilla y/o lutita gris oscura.		
		Limolitas con pasadas centimétricas de "shale" densas.		
25			23,50-24,40	
	33°	Limolitas y lutitas		
30		Aglomerado con bentonita en la base		
		Lutita oscura laminada a "shale" densa.		
		Limolita gris.		
35		A muro lutitas más oscuras		
		Limolita y lutita gris verdosa oscura con laminacion discreta		
		Limo laminado en "shale" pardo verdoso.		
40		"paper-shale" muy oscuras con finas bandas carbonatadas.	39,70-41,00	
			41,00-42,00	
		Limolitas gris-verdes. Poco laminadas.		
45		"paper-shale con laminación y convolute bedding.		
		Limolitas y lutitas (estas dominando a muro e interc. marga centimetr.		
50		Limolutita de naturaleza carbonatada con zonas más calcáreas. Escasa laminación.	48,80-49,80	
			49,80-50,80	
	35°	paper shale 60%. El resto limolutitas y areniscas en niveles centimet. de grano muy fino y color gris.		
55		30% de shale	54,90-55,90	
		"paper-shale" densas	55,90-57,00	
		Limolutitas		
		Limolutitas con el 20% de "shale"		
			58,00-59,30	
60		"paper-shale" densa con el 60% (el resto limolutitas)	59,30-60,30	
		"Convolute bedding"	60,30-61,30	
			61,30-62,30	
		"shale" y limolutitas al 50% (láminas de sílex intercaladas)	62,30-63,30	
			63,30-64,00	
65		Limolutitas con el 10% de "shale". Color verde-gris oscuro. Fuerte olor Impresiones orgánicas (como muchos tramos anteriores) e impresiones		
		"paper-shale" al 60%.		
70		Limolutitas al 70%. (El resto shale)	68,50-69,25	
			69,25-70,00	
		Shale al 50%.		
		Limolutitas ("shale" no llega al 10%)	70,40-71,40	
			71,40-72,50	
		Areniscas grises con cuarzo		
		Nivel de sílex laminado, en la base del anterior de 8 cm	72,50-73,50	
75			73,50-74,70	
		paper-shale al 60% con laminaciones claras de naturaleza caliza		
			75,30-76,30	
		"paper-shale" al 50% sin laminaciones notables.	76,30-77,05	
	72°	Limolutitas al 80%, localmente un tramo "shale" con un buzamiento anormal.	77,05-77,80	
			77,80-78,80	
80		Limolutitas al 60%	78,80-80,00	
		Limolutitas y "shale" al 50%.		
	35°	Limolutitas con olor. Sin laminacion	80,00-81,00	
			81,00-82,00	
		10% de shale al techo		
85		"shale" al 60%.		
		"shale al 70%; nivelillos silexíticos y nidos asfálticos.		
		"shale" al 60%; abundantes nivelillos de sílex.	86,30-87,30	
			87,30-88,05	
			88,05-88,80	
		Limolutitas al 60%.		
90		Limolutitas al 75%. Color y olor habituales en la serie. El muro calcareo y comprado.	89,70-91,00	
		Limolutitas y limolita. 10% de "shale". Color verde grisaceo osc	91,00-92,00	
			92,00-93,00	
		Limolutitas:	93,00-94,00	
95		Limolutitas al techo; laminado y pseudoshale el resto "Convolute"	94,00-95,00	
			95,00-96,00	
		Arcilloso a techo.		
	35°	"shale" con el 40% de limolutitas homogeneamente disperso.		
		Limolutitas calizas en la base	98,30-99,30	
100		"shale" al 60%; más limolutitas al techo.	99,30-100,30	
		Brecha caliza con azufre. Pardo oscura.	100,30-101,50	
		"shale" al 60% al techo pardo oscuro el resto verde grisaceo oscuro.	101,80-102,90	
		Limolutitas con algún tramo más calcáreo		
105		Tramo calizo sin azufre.		
		Limolutitas con tramos más calizos.		
		Limolutitas al 85%.	106,40-107,50	
		Shale al 80%		
		Arenisca micácea color salmón	107,50-108,50	
		Limolutitas	108,50-109,40	
110		Caliza brechoide "replegada". Color marron con azufre	109,40-110,10	
		Limolutitas con el 10% de shale		
		Limolutitas con el 10% de shale. Olor a metano muy atenuado.		
		Limolutitas		
115		Limolutitas laminadas		
		Limolutitas		
		Lutita y limolita		
		Restos vegetales carbonizados		
120		Limolutitas de color gris verdoso	121,00-122,00	
			122,00-123,00	
			123,00-124,00	
125			124,00-125,00	
		Margocalizas con fuerte olor a hidorcarburos.		
130		Limolutitas grises alternando con otras gris verdosas, en sectores muy fosilíferas y con restos de m.o.		
			135,00-136,00	
135			136,00-137,00	
			137,00-138,00	
			138,00-139,00	
140			139,00-140,00	
145				
150				

DIBUJADO J.M.L.I.	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	
FECHA Diciembre 1.982	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	IGME
COMPROBADO		
AUTOR C.G.S.S.A.	PROYECTO AMPLIACION DE LA INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN LA ZONA DE LORCA (MURCIA) (FASE - II)	CLAVE
ESCALA 1/200		
CONSULTOR	SONDEO nº2	PLANO Nº 7

COMENZADO..... 20/10/82 TERMINADO..... 2/11/82

LONGITUD..... 98,10m. INCLINACION..... VERTICAL

ALTURA..... 435m ANALISIS..... E.T.S.I.M.

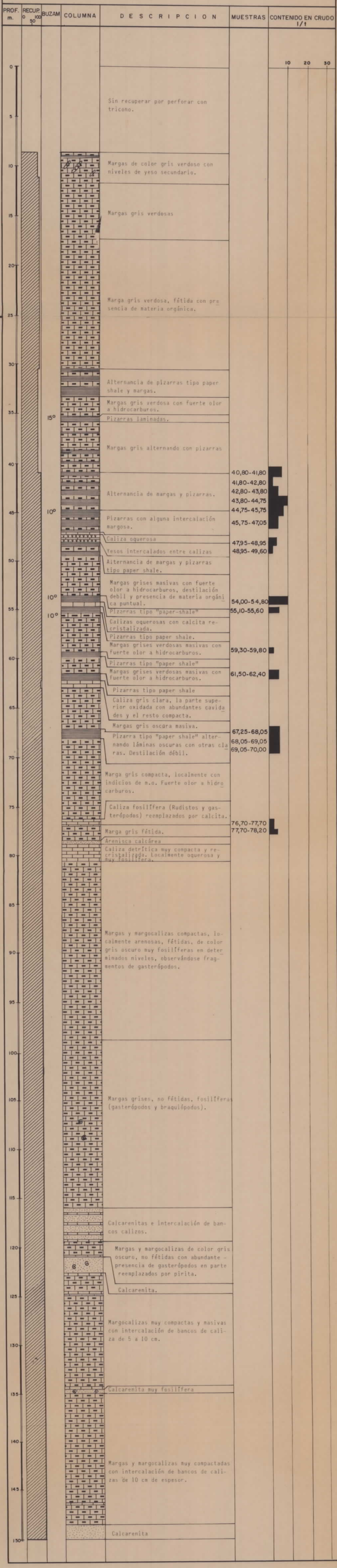
PROF. m.	RECUP. 0 50 100	BUZAM	COLUMNA	DESCRIPCION	MUESTRAS	CONTENIDO EN CRUDO l/t 10 20 30
0				Sin recuperación de testigo por trabajar con tricono.		
5				Margas alteradas meteóricamente.		
10						
15				Margas grises oscuras y arcillas muy compactadas.		
20						
25		16°		Margas grises compactas con olor a hidrocarburos muy fosilíferas (braquiópodos y gasterópodos)		
30						
35				Alternancia de pizarras tipo "paper-shale" y limo-lutitas.	33,70-34,70 34,70-35,20	
				Limo-lutitas.		
40				Pizarras tipo "paper-shale" e intercalación de niveles de limo-lutitas.	38,40-39,40 39,40-40,40 40,40-41,40 41,40-42,40 42,40-43,40	
				Limo-lutitas	43,40-44,00	
45				Pizarras tipo "paper-shale"	44,70-45,40	
				Limo-lutitas		
50				Pizarras tipo "paper-shale" con niveles parcialmente alterados.	48,50-49,50 49,50-50,50 50,50-51,65	
		20°		Nivel de caliza oxidado con intercalaciones de paper shale.	52,90-54,20	
55				Pizarras tipo "paper shale" y niveles de limo-lutitas.		
				Limo-lutitas con fuerte olor a hidrocarburos.		
60		21°		Pizarras tipo "paper-shale"	59,25-60,35	
				Limolutitas con niveles de pizarras tipo "paper-shale".	60,35-61,35 61,35-62,70	
				Limolutitas		
				Pizarras tipo "paper-shale"		
65				Lutitas	63,10-64,10 65,50-66,50	
				Pizarras tipo "paper-shale"	66,50-67,30	
		20°		Limolutitas	67,30- 67,90	
				Nivel de caliza		
70				Limolutitas y limos	72,20-72,50	
				Lutitas muy fétidas		
				Margocalizas		
75						
80				Margas compactas y homogéneas con abundantes niveles conteniendo restos de gasterópodos y braquiópodos.		
85						
90						
95						

DIBUJADO J.M.L.I.	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	
FECHA Diciembre 1.982	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	IGME
COMPROBADO		
AUTOR C.G.S.S.A.	PROYECTO AMPLIACION DE LA INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN LA ZONA DE LORCA (MURCIA) (FASE - II)	CLAVE
ESCALA 1/200		
CONSULTOR	SONDEO nº 3	PLANO Nº 8

COMENZADO..... 15/10/82 TERMINADO..... 25/10/82

LONGITUD..... 150 m. INCLINACION..... VERTICAL

ALTURA..... 440m. ANALISIS..... E.T.S.I.M.



DIBUJADO: J.M.L.I.
FECHA: Diciembre 1982
COMPROBADO:
AUTOR: C.E.S.S.A.
ESCALA: 1/200
CONSULTOR:

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

PROYECTO
AMPLIACION DE LA INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN LA ZONA DE LORCA (MURCIA) (FASE - II)

CLAVE

PLANO Nº 9

SONDEO nº 4

COMENZADO..... 26/10/82
TERMINADO..... 18/11/82
LONGITUD..... 300,25 m.
INCLINACION..... VERTICAL
ALTURA..... 374 m.
ANALISIS..... E.T.S.I.M.

PROF. m.	RECUP. %	MUESTRA	COLUMNA	D E S C R I P C I O N	MUESTRAS	CONTENIDO EN CRUDO l/t		
						H	Pp	Ht
0				Suelo, tierra y grava: inconsistente.				
5								
10				Arcillas rojizas y otras grises con intercalación de niveles de yeso (particularmente calcáreo).				
15				Arcillas con intercalación de niveles de yesos grisáceos a la estratificación.				
20				Brechoide de grano fino de color gris verdoso con intercalaciones arcillosas.				
25				Alternancia de limolitas y arcillas.				
30				Arcillas grises verdosas con intercalaciones centimétricas de limolitas.				
35				Arcillas grises verdosas con abundante presencia de yeso e intercalación de niveles de yeso.				
40				Arcillas grises verdosas.				
45				Alternancia de arcillas con yesos en nódulos centimétricos y fracturados y niveles de limolitas.				
50				Alternancia de arcillas grises y niveles de limolitas.				
55				Yesos finos alabastrinos e intercalación de niveles de arcillas grises oscuras.				
60				Yesos masivos blancos				
65				Alternancia de arcillas y yesos.				
70				Yesos alabastrinos con intercalación de niveles de arcillas grises oscuras.				
75				Arcillas grises oscuras.				
80				Yesos con finas intercalaciones de arcillas y arcilla en una proporción del 10%.				
85				Sin recuperación de testigo				
90				Halita e intercalación de delgados niveles de arcillas.				
95				Halita y arcillas.				
100				Arcillas y halita				
105				Alternancia de halita en un 80% y arcillas y pequeños niveles de arcilla.				
110				Arcilla gris oscura con intercalación de limolitas de anhidrita.				
115				Alternancia de anhidrita y arcillas.				
120				Halita en un 80% con intercalaciones de anhidrita en 0,5 a 1 m. la halita en bancos de 2-3 m hasta 10-12 m.				
125				Arcillas grises				
130				Nivel de anhidrita				
135				Halita en un 80% en bancos de 2 a 10 m. alternando con niveles de anhidrita de potencias de 1 a 5 m.				
140				Nivel de anhidrita con brechoides y intercalaciones de halita.				
145				Halita en un 90% con intercalaciones de anhidrita y pasadas milimétricas de arcillas grises oscuras. La halita en bancos de 2 a 10 cm. cristalinidad y de color blanco.				
150								
155								
160				Halita fracturada				
165				Halita y niveles de anhidrita.				
170				Halita al 95%, el resto niveles regularmente intercalados y escasos del orden de un metro de anhidrita y halita en subordinado, de cristales subcelulares, etc.				
175								
180								
185								
190				Halita al 95%.				
195								
200								
205								
210								
215								
220								
225								
230				Halita al 90% con margas pizarrosas con anhidrita.				
235								
240								
245								
250				Halita al 90%, resto margas grises con anhidrita y halita en aglomerados cristalinos subcelulares.				
255								
260								
265								
270								
275				Halita en un 85%.				
280								
285								
290								
295								
300				Yeso con textura arenosa de minerales que dificultan la recuperación.				
305				Halita en un 50%				
310				Sin recuperación				
315				Del 310 al 320 con alternancias rítmicas de margas gris con aglomerado microcristalino de anhidrita y halita en subcelulares milimétricos.				
320								
325								
330								
335								
340				Sin recuperación				
345				Halita al 95% con los mismos alternativas que a techo.				
350				Sin recuperación.				
355				Halita al 95% con los mismos alternativas que los descritos más arriba.				
360				Sin recuperación				
365				Aglomerado de cristales pequeños de anhidrita y halita en un 90% y el resto de arcilla. El tanto por ciento de arcilla gris oscura rica en material orgánico y con venas incluyendo restos de las halitas.				
370				A techo intercalación como el resto del tramo anterior, el resto predominantemente aglomerado de cristales de textura arenosa.				
375				Dolomía y caliza gris recristalizada con venas blancas halíticas.				
380				Intercalación con pequeños procesos finos (0,20 cm) con tonalidades verdosas, a techo de dolomías.				
385								
390								

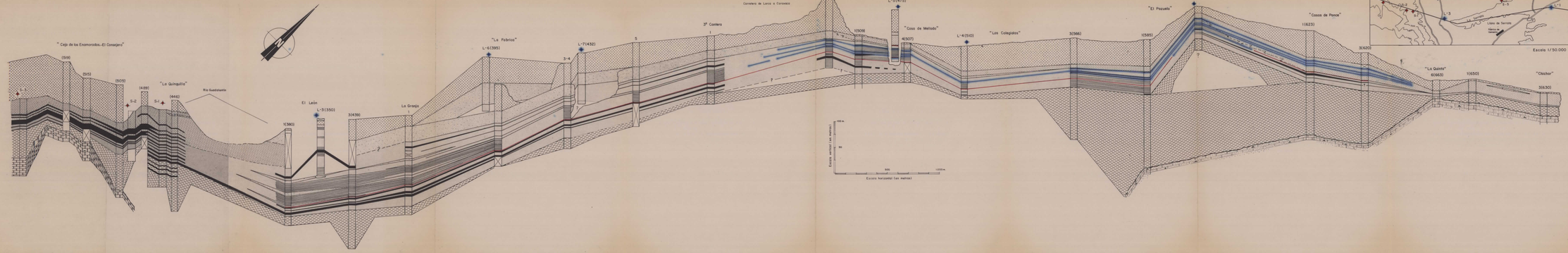
DIBUJADO J.M.L.	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA		
FECHA Diciembre 1982	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		
COMPROBADO		CLAVE	
AUTOR J.OSSA	PROYECTO AMPLIACION DE LA INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN LA ZONA DE LORCA (MURCIA) (FASE - II)		
ESCALA 1/200			
CONTRATO	SONDEO nº 5	PLANO Nº 10	

COMENZADO..... 3/11/82 TERMINADO..... 20/12/82

LONGITUD..... 301,80m. INCLINACION..... VERTICAL

ALTURA..... 375m. ANALISIS..... E.T.S.I.M.

PROF. m.	RECUPERACION %	ALZADA	COLUMNA	D E S C R I P C I O N	MUESTRAS	CONTENIDO EN CRUDO l/t
0						
5						
10						
15						
20						
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						
60						
65						
70						
75						
80						
85						
90						
95						
100						
105						
110						
115						
120						
125						
130						
135						
140						
145						
150						
155						
160						
165						
170						
175						
180						
185						
190						
195						
200						
205						
210						
215						
220						
225						
230						
235						
240						
245						
250						
255						
260						
265						
270						
275						
280						
285						
290						
295						
300						
305						
310						
315						
320						
325						
330						
335						
340						
345						
350						
355						
360						
365						
370						
375						



SITUACION DEL PANEL (Nº 953 - Lorca)

Escala 1/50.000

LEYENDA

- Tramo evaporítico,yesos , margas yesíferas y sales cloruradas - Evp
- Tramo margoso - Tma
- Tramo detrítico, Margas y niveles de areniscas - Td
- Serie bituminosa Margas,areniscas, calizas y niveles de "Hyper shale" - Tb I Tb_Tb_I
- Niveles de yeso
  Calizas con dolofre. Nivel de mayor continuidad
- Margazo margocalizos gris claro - Fm-Mm
- Calcarenitas - Fft
- L-2 — Sondeo mecánico (1.980)
- S-3 — " " (1.982)
- (932) — Cota en metros
- 1 — Nº de perfil
- Columna litológica

DIBUJADO - I.N.Y.	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	
FECHA Oct. 1982	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
COMPROBADO	PROYECTO: AMPLIACION DE LA INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN "LA CUENCA DE LORCA-MURCIA) FASE 2ª	CLAVE
AUTOR I.G.M.E.S.A.		
ESCALA H/1/2.000 V/1/200	PLANO DE CORRELACION	PLANO Nº 5
CONTRATOR		

DIBUJADO	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	
FECHA Diciembre 1982	**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**	IGME
COMPROBADO		
AUTOR C.G.S.S.A.	PROYECTO AMPLIACION DE LA INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN LA ZONA DE LORCA (MURCIA) FASE II	CLAVE
ESCALA		
CONSULTOR	REGISTROS DEL SONDEO 1	PLANO Nº 11

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS DE MADRID
DEPARTAMENTO DE GEOFISICA APLICADA

BITUMEN I (19-X-82)

DIAGRAFIA

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS DE MADRID
DEPARTAMENTO DE GEOFISICA APLICADA

BITUMEN I (19-X-82)

DIAGRAFIA

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS DE MADRID
DEPARTAMENTO DE GEOFISICA APLICADA

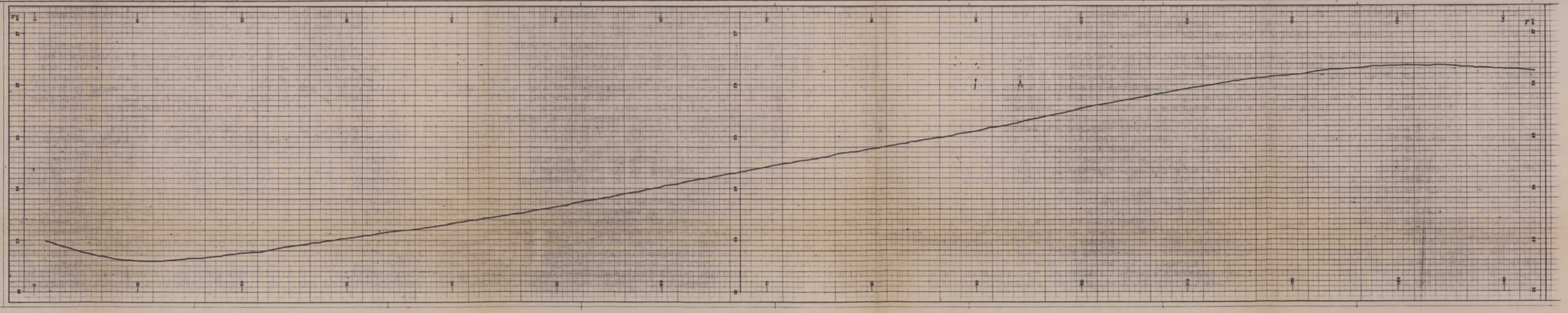
BITUMEN I (19-X-82)

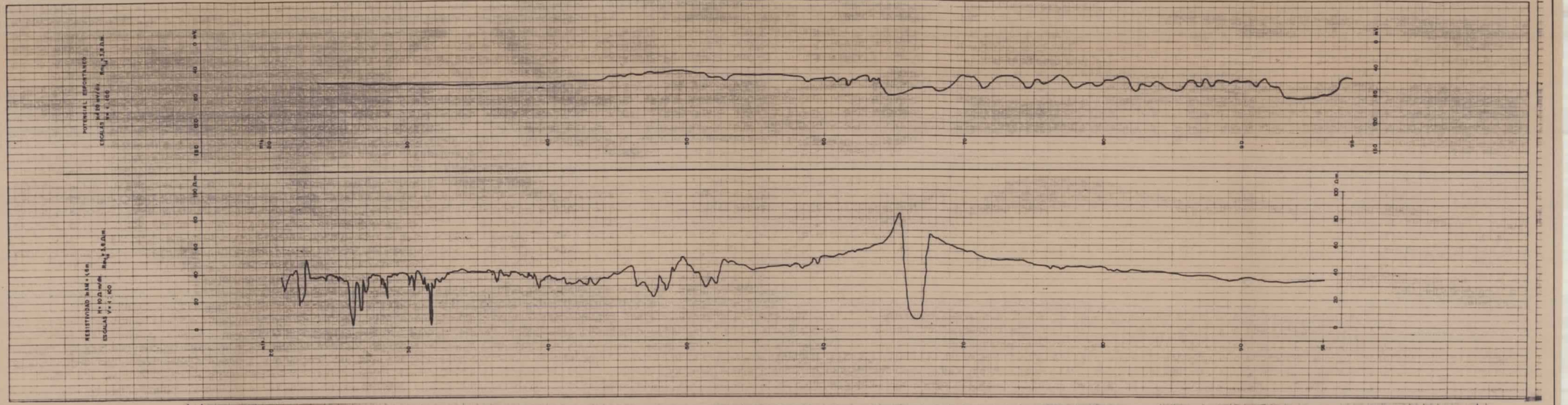
DIAGRAFIAS

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS DE MADRID
DEPARTAMENTO DE GEOFISICA APLICADA

BITUMEN I (19-X-82)
Temperatura 0,2°c/DIV.

DIAGRAFIA

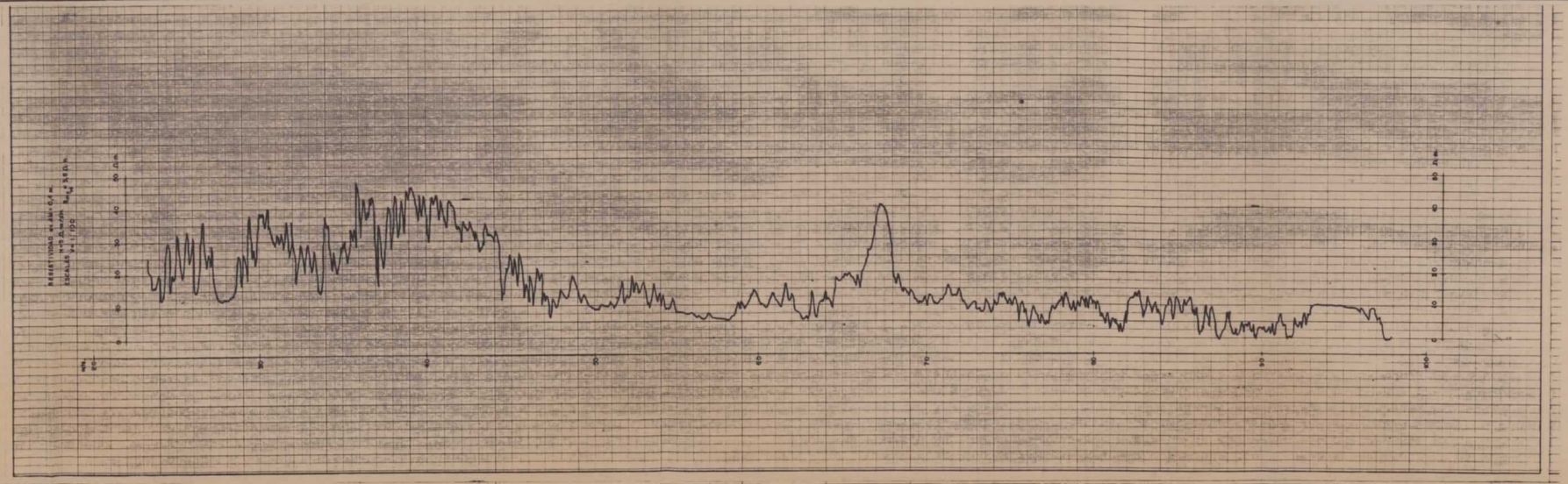




ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS DE MADRID
DEPARTAMENTO DE GEOFISICA APLICADA

BITUMEN 2
(28-X-82)

DIAGRAFIAS



DIBUJADO	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	
FECHA Diciembre 1.982	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	IGME
COMPROBADO		
AUTOR C.G.S.S.A.	PROYECTO AMPLIACION DE LA INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN LA ZONA DE LORCA (MURCIA) FASE II	CLAVE
ESCALA		
CONSULTOR	REGISTROS DEL SONDEO 2	PLANO Nº 12

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS DE MADRID
DEPARTAMENTO DE GEOFISICA APLICADA

BITUMEN 2
(28-X-82)

DIAGRAFIA

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS DE MADRID
DEPARTAMENTO DE GEOFISICA APLICADA

BITUMEN 3
(29-X-82)

DIAGRAFIAS

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS DE MADRID
DEPARTAMENTO DE GEOFISICA APLICADA

BITUMEN 3
(29-X-82)

DIAGRAFIA

DIBUJADO	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	
FECHA Diciembre 1982	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
COMPROBADO		
AUTOR C.G.S.S.A.	PROYECTO AMPLIACION DE LA INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN LA ZONA DE LORCA (MURCIA) FASE II	CLAVE
ESCALA		
CONSULTOR	REGISTROS DEL SONDEO 3	PLANO Nº 13

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS DE MADRID
DEPARTAMENTO DE GEOFISICA APLICADA

BITUMEN 3
(29-X-82)

DIAGRAFIA

DIBUJADO J.M.L.I.	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	
FECHA Diciembre 1982	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	IGME
COMPROBADO		
AUTOR C.G.S.S.A	PROYECTO AMPLIACION DE LA INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN LA ZONA DE LORCA (MURCIA) FASE II	CLAVE
ESCALA		
CONSULTOR	REGISTROS DEL SONDEO 4	PLANO Nº 14

BITUMEN 4

DIAGRAFIAS

BITUMEN 4

DIAGRAFIAS

SAL

SAL + ARCILLA

ARCILLA

SAL

ARCILLA

SAL

ARCILLA

ANHORITA y/o YESO

YESO

ARCILLA

SAL

DIBUJADO	
FECHA	Diciembre 1982
COMPROBADO	
AUTOR	C.G.S.S.A.
ESCALA	
CONSULTOR	

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

PROYECTO: AMPLIACION DE LA INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN LA ZONA DE LORCA (MURCIA) FASE II

REGISTROS DEL SONDEO 5

CLAVE

PLANO Nº 15

DIBUJADO C.G.S. S.A.	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	
FECHA Diciembre 1981	**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**	IGME
COMPROBADO		
AUTOR C.G.S. S.A.	PROYECTO INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN CUATRO ZONAS DE LAS PROVINCIAS DE MURCIA Y ALMERIA	CLAVE
ESCALA 1:200		
CONSULTOR	SONDEO Nº1 (LORCA) L-1	PLANO Nº 16

COMENZADO 8-4-81 TERMINADO 6-5-81 COORDENADAS:

LONGITUD 136,50 m. INCLINACION VERTICAL

ALTURA ANALISIS E T S I M

• MA-1 REFERENCIA MUESTRA DESTILADA CUALITATIVAMENTE

TESTIGO Ø Y TIPO	RECUPERACION	PROFUNDIDAD	CRUDO PRODUCIDO l/t	COLUMNA	DESCRIPCION	BUZAMIENTO
89 mm.			10 20 30		TIERRA VEGETAL	
		5 m.			MARGAS YESIFERAS	10º
		10			MARGA ARCILLOSA, LOCALMENTE CONTIENE M.O. ES DE COLOR GRIS VERDOSA Y OCASIONALMENTE SE INTERCALAN NIVELES DE ARENISCAS EN BANCOS DE 0,10 M DE GRANO MUY FINO	20º
		15				
		20			MARGAS GRISES CON INTERCALACION DE NIVELES DE YESO DE 2 A 3 CM Y LOCALMENTE PRESENCIA DE AZUFRE	10º
		25			YESO ALTERNANDO CON MARGAS GRISES	15º
					ARENISCA DE GRANO FINO	
					ALTERNANCIA DE MARGAS Y ARCILLAS Y NIVELES DE YESO	
		30			MARGAS GRISES YESIFERAS Y NODULOS DE YESO	
					ARENISCA	
		35			YESO DE TIPO ALABASTRO Y NIVELES DE ARCILLAS. LOS YESOS EN BANCOS HASTA DE 50 CMS.	
					YESO Y ARENISCAS	
		40			ARCILLAS Y YESOS	
		45				
		50			YESO SACAROIDEO	
					ALTERNANCIA DE ARCILLAS Y YESOS	
		55			ARCILLAS GRISES YESIFERAS	
					YESOS E INTERCALACION DE NIVELES DE ARCILLAS	
		60			YESOS MASIVOS	
					ALTERNANCIA DE YESOS Y ARCILLAS	
		65	MA-33			
84 mm.		70			MARGAS GRISES Y ARCILLAS ARENOSAS CON INTERCALACION DE BANCOS DE ARENISCAS TODAS ELLAS MASIVAS. DESPRENDEN HIDROCARBUROS Y LOCALMENTE SE OBSERVA MATERIA ORGANICA.	
		75				
		80			ARCILLAS TIPO "PAPER SHALE" ALTERADAS	15º
					ARCILLAS CON YESO Y AZUFRE	
		85			ALTERNANCIA DE MARGAS Y ARCILLAS TIPO "PAPER SHALE"	
					MARGAS GRISES MASIVAS	
					ARCILLAS TIPO "PAPER SHALE"	
		90			YESOS MASIVOS ALABASTRINOS	
					ARCILLAS MUY DETRITICAS	
					ARCILLAS TIPO "PAPER SHALE"	
		95			YESOS	
					MARGAS	
					ARCILLAS TIPO "PAPER SHALE"	
					MARGAS MASIVAS	
					ARCILLAS TIPO "PAPER SHALE" E INTERCALACION DE MARGAS EN BANCOS DE 10 CMS.	
					MARGAS CON INTERCALACION DE "PAPER SHALE"	
		100			"PAPER SHALE" CON INTERCALACION DE NIVELES DE MARGAS	
					MARGAS CON INTERCALACION DE "PAPER SHALE"	
					"PAPER SHALE"	
					GALERIA	
		105			ARCILLAS	
					"PAPER SHALE" ALTERADAS	10º
					YESO Y AZUFRE	
					"PAPER SHALE" Y SILEX	15º
		110			ARCILLAS	
					ALTERNANCIA DE ARCILLAS Y ARENISCAS	15º
					"PAPER SHALE" ALTERADAS	
					CALIZAS	
		115			" PAPER SHALE "	
			MA-85			
		120				
					MARGAS E INTERCALACIONES ESPORADICAS DE "PAPER SHALE" DE 5 A 10 CMS.	
		125	MA-93			
		130				
		135				
		136,50	MA-103			

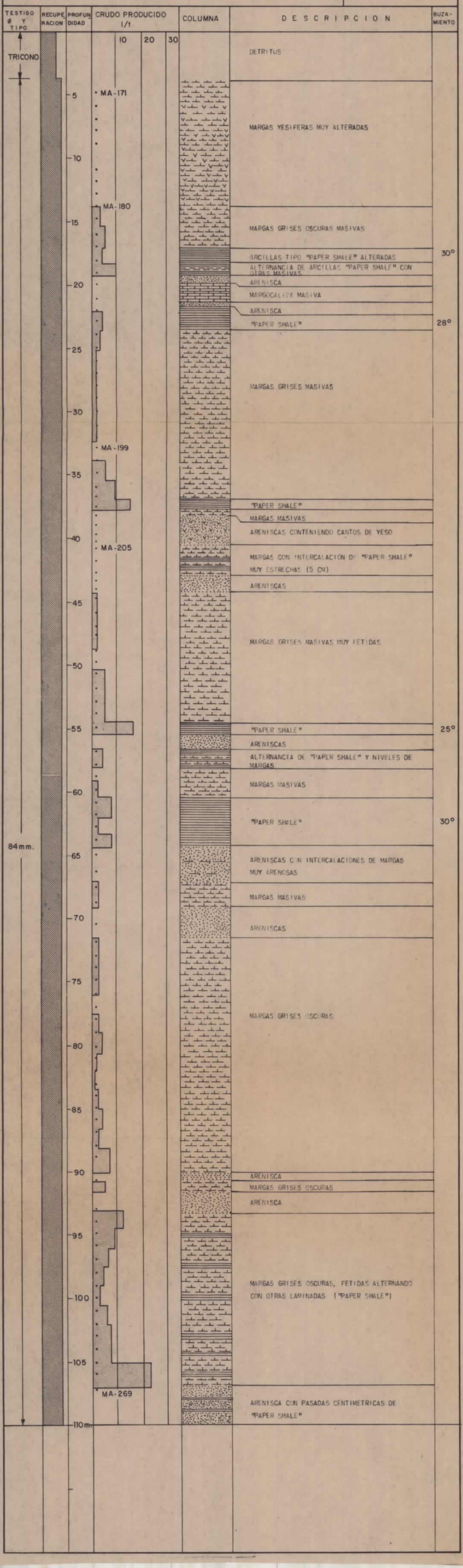
DIBUJADO C.G.S.S.A.	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	
FECHA Diciembre 1981	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	IGME
COMPROBADO		
AUTOR C.G.S.S.A	PROYECTO INVESTIGACION DE PIZARRAS BITUMINOSAS EN CUATRO ZONAS DE LAS PROVINCIAS DE MURCIA Y ALMERIA	CLAVE
ESCALA 1:200		
CONSULTOR	SONDEO Nº 3 (LORCA) L-3	PLANO Nº 1.7

COMENZADO 21-5-81 TERMINADO 29-5-81 COORDENADAS:

LONGITUD 110 m. INCLINACION VERTICAL

ALTURA ANALISIS E.T.S.I.M

• MA-I REFERENCIA MUESTRA DESTILADA CUALITATIVAMENTE



DIBUJADO J.M.P.	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
FECHA SEPTIEMBRE 1.981	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
COMPROBADO	
AUTOR C.G.S.S.A.	PROYECTO: INVESTIGACION POR SONDEOS DE LAS PIZARRAS BITUMINOSAS EN EL SECTOR DE LORCA (MURCIA) — CLAVE
ESCALA 1/200	
CONSULTOR	PLANO Nº 18

SONDEO Nº 4 (LORCA)

L-4

COMENZADO	14-5-1981	TERMINADO	22-5-1981	CORDENADAS:
LONGITUD	101 m.	INCLINACION	VERTICAL	U.T.M.
ALTURA	510 m.	ANALISIS	E.T.S.I.M.	615.820 m. E
				4.177.420 m. N

TESTIGO Ø Y TIPO	RECUPERACION 0 100	PROFUNDIDAD	CRUDO PRODUCIDO l/t 10 20 30	COLUMNA	DESCRIPCION	BUZAMIENTO
84 mm.	100	5			Alternancia de yesos blancos alabastrinos y margas	
		10			Yesos blancos y niveles de margas	
					Arcillas margosas	
		15			Alternancia de margas y yesos	
		20			Margas yesiferas	45°
		25			Areniscas	50°
					Margas y yesos	90°
					Arenisca	
					Margas y yesos	30°
		30			Arenisca	
					Margas y yesos brechificadas	40°
					Dolomia	
		35			Alternancia de margas y yesos en bancos de 50cm.	
					Alternancia de yesos y arcillas	
		40			Yesos masivos blancos	
		45			Dolomia con azufre	
					Yeso masivo blanco	45°
					Arcillas	
					Dolomia con azufre	
		50			Arcillas masivas, margas grises fetidas masivas y laminadas con pasadas centimetricas de areniscas	
		55				20°
						10°
		60			Pizarras tipo "paper shale"	
					Dolomia con azufre	
		65			Margas grises masivas fetidas con algunas pasadas de pizarras tipo "paper shale"	10°
					Pizarras tipo "paper shale" oxidadas	
		70			Margas	
					Yesos blancos alabastrinos	
					Margas grises fetidas	
					Margas y "paper shale"	
		75			Margas	
					"Paper shale"	
					Alternancia de margas y pizarras tipo "paper shale" alteradas	
		80			Caliza masiva	
					Alternancia de margas y pizarras tipo "paper shale" alteradas.	8°
		85			Pizarras tipo "paper shale" alteradas	
					Dolomia con azufre	
					Margas	
		90			Pizarras tipo "paper shale"	
					Calizas	
					Margas	
		95			Pizarras tipo "paper shale" alteradas	
					Calizas con azufre	
		100			Margas grises masivas	
		101 m.				
		105				