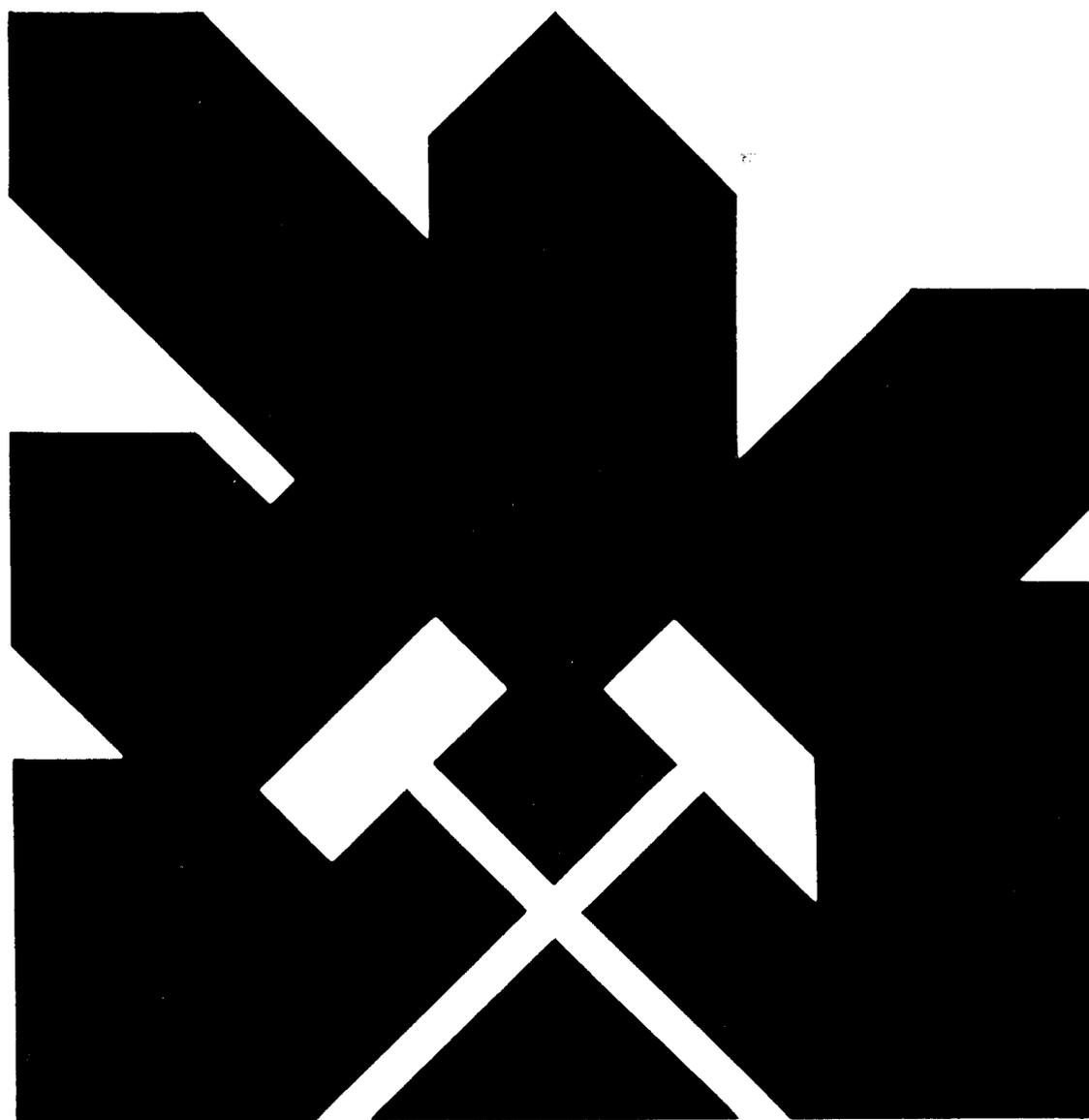


MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
SECRETARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

INVESTIGACION DE YESOS EN EL
PAIS VASCO Y CANTABRIA

MEMORIA



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Julio, 1987

11182

INVESTIGACION DE YESOS EN EL
PAIS VASCO Y CANTABRIA

EL PRESENTE PROYECTO HA SIDO REALIZADO
EN REGIMEN DE CONTRATACION, POR LA
EMPRESA INVESTIGACIONES GEOLOGICAS Y
MINERAS, S.A. (INGEMISA) BAJO LA DI-
RECCION DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y
MINERO DE ESPAÑA.

Han intervenido en la ejecución de este trabajo los siguientes técnicos:

- Dirección y supervisión:

D. PAULINO MUÑOZ DE LA NAVA
Dirección de Recursos Minerales
I.G.M.E.

- Técnicos:

D. ANDONI ARRIOLA GARRIDO y
D. FRANCISCO ROLDAN GARCIA
(INGEMISA)

D. JOSE M^a SALVANY DURAN y
D. FEDERICO ORTI CABO
(UNIVERSIDAD DE BARCELONA)

Laboratorios

Los análisis químicos se han realizado en el Servicio de Análisis de la Universidad de BARCELONA.

Las difracciones de Rayos X han sido realizados en los laboratorios del INSTITUTO JAIME ALMELA, por J.M. SALVANY quien también ha interpretado los mismos.

Los ensayos tecnológicos se han efectuado en el I.N.C.E.

INDICE

1.- <u>INTRODUCCION</u>	1
2.- <u>ANTECEDENTES</u>	3
2.1.- CANTABRIA	5
2.2.- GUIPUZCOA	7
2.3.- ALAVA	11
2.4.- BIZKAIA	12
2.5.- ESTADISTICA	14
3.- <u>JUSTIFICACION DEL PROYECTO</u>	17
3.1.- NECESIDAD Y UTILIDAD DEL PROYECTO	17
3.2.- JUSTIFICACION DENTRO DE LOS PLANES NACIONALES Y DEL PLAN DE ACTIVIDADES DEL IGME	18
3.3.- RESULTADOS QUE SE ESPERAN DEL PROYECTO ...	19
4.- <u>OBJETIVOS DEL PROYECTO</u>	20
4.1.- AREA DE ESTUDIO	21
5.- <u>ANTECEDENTES GEOLOGICOS</u>	22
5.1.- ALGUNOS ASPECTOS GEOLOGICOS DE LA ZONA ESTUDIADA	22
5.1.1.- <u>Ciclo Alpino</u>	26

5.1.2.- <u>Triásico</u>	30
5.1.2.1.- Buntsandstein	30
5.1.2.2.- Muschelkalk	31
5.1.2.3.- Keuper	32
5.2.- GENERALIDADES SOBRE EL TRIAS KEUPER	34
5.2.1.- <u>Los diapiros triásicos</u>	35
5.2.1.1.- Estructura de los diapiros y estratigrafía de sus materiales triásicos	35
5.2.1.2.- Caracterización de los sulfatos triásicos	39
5.2.1.2.2.- Los niveles de arcillas yesíferas ...	42
5.2.2.- <u>Los afloramientos de Trias de origen tectónico</u>	43
6.- <u>PLAN DE TRABAJO</u>	44
6.1.- RECOPIACION DE DATOS	45
6.2.- RECONOCIMIENTO DE LAS ZONAS YESIFERAS	45
6.3.- ANALISIS DE MUESTRAS	46
6.3.1.- <u>Difracción de Rayos X</u>	47
6.3.2.- <u>Análisis químicos</u>	48
7.- <u>RESULTADOS DE LOS RECORRIDOS DEL CAMPO</u>	50
7.1.- EL TRIAS EN CANTABRIA COMO PORTADOR DE YACIMIENTOS YESIFEROS	50

7.1.1.- <u>Descripción de los afloramientos</u>	52
7.1.1.1.- Liendo	53
7.1.1.2.- Laredo	54
7.1.1.3.- Solares	59
7.1.1.4.- Santander	66
7.1.1.5.- Parbayón - Piélagos	67
7.1.1.6.- Santibañez - Villacarriendo	71
7.1.1.7.- Torrelavega - Polanco	72
7.1.1.8.- Cabezón de la Sal	73
7.1.1.9.- Carretera Torrelavega - Reinosa, (La Serna)	75
7.1.1.10.- Reinosa	78
7.2.- EL TRIAS KEUPER EN EL PAIS VASCO	89
7.2.1.- <u>Descripción de los afloramientos</u>	91
7.2.1.1.- Orduña	91
7.2.1.2.- Munguia - Sopelana	104
7.2.1.3.- Baquio - Bermeo	109
7.2.1.4.- Guernica - Arbácegui	111
7.2.1.5.- Aulestia	112
7.2.1.6.- Salinas de Añana	113
7.2.1.7.- Murguia	133
7.2.1.8.- Maestu	134
7.2.1.9.- Peñacerrada	138
7.2.1.10.- Salinas de Buradón	139
7.2.1.11.- Asteasu - Zizurkil - Aduna	144
7.2.1.12.- Alzo - Alegría de Oria	148

7.2.1.13.- Bergara	153
7.2.1.14.- Berastegui - Tolosa	154
7.2.1.15.- Regil - Azpeitia - Azkoitia	155
7.2.1.16.- Hernani - Oyarzun - Aya - Motrico	160
7.2.1.17.- Sierra de Aranzazu	161
7.2.1.18.- Terciario	162
8.- <u>TRATAMIENTO DE LOS DATOS Y SELECCION DE LAS</u> <u>AREAS MAS INTERESANTES</u>	163
8.1.- INTERPRETACION DE LOS ANALISIS	163
8.2.- RESULTADOS ANALITICOS DE LAS MUESTRAS	168
8.2.1.- <u>Mineralogía</u>	168
8.2.2.- <u>Análisis químico</u>	169
8.2.3.- <u>Interpretación mineralógica</u>	169
8.3.- RESUMEN Y COMENTARIOS	170
8.3.1.- <u>Roca total</u>	170
8.3.2.- <u>Residuo</u>	170
9.- <u>ANALISIS DE LAS ZONAS ESTUDIADAS Y SELECCION</u> <u>DE ZONAS DE INTERES</u>	172
9.1.- CRITERIOS DE SELECCION	172
10.- <u>ESTUDIO DE DETALLE DE ZONAS DE INTERES</u>	179
10.1.- POZA DE LA SAL	181

10.1.1.- <u>Características generales y estructura del Diapiro</u>	181
10.1.2.- <u>Unidades y facies distinguidas en el keuper</u>	184
10.1.3.- <u>La serie del keuper</u>	186
10.2.- AREA DE REINOSA-IZARA	192
10.2.1.- <u>Situación y límites del área seleccionada</u>	193
10.2.2.- <u>Estratigrafía</u>	193
10.2.2.1.- <u>Mesozoico</u>	194
10.2.2.2.- <u>Cuaternario</u>	200
10.2.3.- <u>Tectónica</u>	201
10.2.4.- <u>Historia geológica</u>	203
10.2.5.- <u>Posibilidades yesíferas de la zona</u>	207
10.3.- AREA DELA SERNA	211
10.3.1.- <u>Situación y límites del área seleccionada</u>	211
10.3.2.- <u>Estratigrafía</u>	211
10.3.2.1.- <u>Mesozóico</u>	212
10.3.2.2.- <u>Cuaternario</u>	214
10.3.3.- <u>Tectónica</u>	215
10.3.4.- <u>Posibilidades yesíferas</u>	216
10.4.- AREA DE SALINAS DE ANANA	220
10.4.1.- <u>Situación y límites del área seleccionada</u>	220

10.4.2.- <u>Estratigrafía</u>	220
10.4.2.1.- <u>Mesozóico</u>	221
10.4.2.1.1.- <u>Trias</u>	221
10.4.2.1.2.- <u>Jurásico inferior (Rhetiense)</u>	223
10.4.2.1.3.- <u>Cretácico</u>	223
10.4.2.1.4.- <u>Terciario</u>	224
10.4.2.2.- <u>Cuaternario</u>	224
10.4.3.- <u>Tectónica</u>	224
10.4.4.- <u>Posibilidades yesíferas</u>	227
10.5.- <u>AREA DE ORDUÑA</u>	235
10.5.1.- <u>Situación y límites del área seleccionada</u>	235
10.5.2.- <u>Estratigrafía</u>	235
10.5.2.1.- <u>Trias</u>	236
10.5.2.2.- <u>Cretácico Superior</u>	237
10.5.2.3.- <u>Cuaternario</u>	239
10.5.3.- <u>Tectónica</u>	240
10.5.4.- <u>Posibilidades yesíferas</u>	241
10.5.4.1.- <u>Geofísica de Orduña</u>	246
<u>Objetivos</u>	246
<u>Metodología</u>	247
<u>Trabajos realizados</u>	248
<u>Resultados y conclusiones</u>	248
10.5.4.2.- <u>Conclusiones</u>	251
11.- <u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	253

11.1.- RECOMENDACIONES	255
11.1.1.- <u>Areas de especial interes</u>	257
11.1.1.1.- <u>Reinosa</u>	257
11.1.1.2.- <u>La Serna - Silió</u>	259
11.1.1.3.- <u>Salinas de Añana</u>	262
11.1.1.4.- <u>Zonas de Orduña</u>	263
11.1.1.5.- <u>Propuesta de actuación sobre otras</u> <u>áreas</u>	268

1.- INTRODUCCION

El yeso es un mineral que se presenta en formaciones sedimentarias de edad variada, con una amplia distribución geográfica.

Frecuentemente se encuentra asociado con la anhidrita.

La hipótesis comunmente admitida en cuanto al modo de formación del yeso y anhidrita es la de precipitación directa en salmueras concentradas por evaporación en zonas lagunares. Según la temperatura, y la concentración en otras sales de la salmuera, el

sulfato de calcio precipita bajo la forma de dihidrato (yeso) o bajo la forma anhidra (anhidrita).

El uso del yeso como elemento de construcción es conocido desde las antiguas civilizaciones, se basa en la propiedad que tiene el sulfato cálcico para admitir o eliminar el agua de cristalización.

A través de un proceso de cristalización el yeso-piedra mineral se transforma en yeso comercial (el hemihidrato del sulfato cálcico) que, al mezclarse con agua fragua y se endurece (paso a la forma bihidratada).

También se emplea el yeso en la fabricación del cemento Portland, como corrector o abono agrícola, en ornamentación, en la fabricación de pinturas y colas, en papelería y en vidrieras. SANCHEZ JIMENEZ A. (1.979) trata este tema con más amplitud en el "Estudio geoeconómico de los yesos de la Zona Centro de España".

2.- ANTECEDENTES

Los antecedentes mineros (referidos a yesos) existentes en el área que abarca este estudio, son amplios; se han recopilado todas las concesiones y permisos de investigación registrados en las jefaturas de minas provinciales, ampliando el conocimiento de los mismos mediante la visita de las zonas donde están ubicados. De esta forma se ha intentado localizar todos aquellos puntos en los que se ha extraído mineral. En la actualidad solo existe una explotación de yesos en activo situada en Parbayón (Cantabria), el resto de las

explotaciones se hallan abandonadas. En ambos casos se aprovechan las masas de yeso que aparecen en la facies Keuper (Trias Superior).

Se detallan a continuación los indicios reconocidos en cada provincia.

2.1.- CANTABRIA

En esta provincia se encuentran numerosas explotaciones de yeso de las cuales la mina "El Cueto" en Parbayón - Piélagos es la única activa. Es explotada a cielo abierto y en parte subterráneamente.

Se han inventariado seis explotaciones canteriles de yeso: una de ellas en Villazufre se encuentra cerrada y tapada, la cantera de San Vitores en el área de Solares - Hermosa donde aparecen brechas de dolomía en las masas tabulares de yeso, otras dos se encuentran en las cercanías de la Marina de Cudeyo, una en Gajano y otra en Tijero, las dos restantes son muy antiguas, habiendo existido en ellas poca extracción, una se encuentra en un pequeño barranco en Arenas de Iguña y la otra en las proximidades de Silió.

El resto de las explotaciones son subterráneas, aprovechadas por el método de cámaras y pilares.

Existen numerosas explotaciones con reservas pequeñas como "Morriones" en Pénagos y las explotaciones de Villacantid (único afloramiento donde se puede observar la serie salina dentro del área de Reinosa) y Cabezón de la Sal.

Las explotaciones "El Cueto" en Parbayón, "La Serna" en Arenas de Iguña y la de Villacantid presentan reservas medianas.

En Sobarzo también existió una explotación de yesos, situada actualmente bajo el casco urbano.

2.2.- GUIPUZCOA

Existen numerosas referencias a concesiones mineras de yeso y caolín en esta provincia; dado que algunas de las explotaciones registradas como de Caolín explotaban igualmente yeso, y apenas existen vestigios de muchas de ellas, se han reflejado todas de forma conjunta en el siguiente cuadro:

INVENTARIADO DE CONCESIONES MINERAS EN GUIPUZCOA, REF. YESOS Y CAOLIN

MUNICIPIO	Nº expd.	Nombre	Paraje	Dueño	Fch.Caducidad
ADUNA	Y 4261	Miravalles	Miravalles	J.M.Izaguirre	2.11.81
	Y 4266	Juanita	Tellerialdea	D.Otaño Odrio.	7.09.80
AIA	C 4386	S.Miguel	Bº San Pedro	J.Aranburu	6.10.76
	C 4387	Narcisa	Bº San Pedro	Aizpurua y Cia.	1.01.80
ALEGIA	C 4217	Amp,S.Barbara	Arzaunaldea	Jauregui -Hnos-	79-80
	C 4243	San Antonio	Milian Erreka	Jauregui -Hnos-	79-80
	C 4452	Conchita	Errota Aldea	R.Sanz Martinez	8.02.87
	C 4456	3ª Amp,Conch,	Errota Aldea	R.Sanz Martinez	8.02.87
ALKIZA	C 4582	Mª,Aranzazu	Sotoerrota	J.Izaguirre	21.02.63
ALTZO	C 4148	S.Bárbara	Arzaun aldea	Jauregui -Hnos-	17.06.80
	C 4151	Kaolin Eder	Ipintza aldea	J.Aranburu	17.06.80
	C 4238	Guadalupe	Arzaunbitarte	Jauregui -Hnos-	17.06.80
	C 4260	S.Bárbara	Ipintza aldea	J.Aranburu	17.06.80
ALTZO	C 4563	3ª Amp,Conch,	Molino	R.Sanz Martinez	8.02.73
	C 4564	Fco, Javier	?	R.Sanz Martinez	8.02.73

MUNICIPIO	Nº expd.	Nombre	Paraje	Dueño	Fch. Caducidad
ASTEASU	Y 4242	Mª. Milagros	Sagastune	Aizpurua y Cia.	14,11,69
	Y 4262	Laurak Bat	Sagastune	J. A. Sarasua	14,11,69
	C 4582	Mª. Aranzazu	Soloerrotza	J. Izaguirre	21,02,63
	C 4608	Alba	Olozalde	B. Zubizarreta	10,01,69
	C 4610	San Jose	Esnarriatza	B. Zubizarreta	22,12,69,
BERASTEGI	C 4482	Micaela	S. Anton-S. Seba,	Fco. Sarasola	1,02,66
	C 4483	S. Ricardo	Artaleku	R. Intxausti	23,01,67
	C 4487	Amp. S. Ricardo	Artaleku	R. Intxausti	23,01,67
	C 3183	Urto	Urto	G. Inza-M. Gtrez,	22,01,68
	C 4612	San Jose	Urto	J. M. Alcorta	19,05,70
	C 4621	Ampl. S. Jose	Urto	J. M. Alcorta	11,03,75
BERGARA	Y 4255	Arane	Regata Arane	M. Atarrasagasti	1,980
BILLABONA	C 4390	Mª. Carmen	Belate	C. Uriarte	1,963
	C 4424	Salvador	Pasusenea	E. Pagnon Ugalde	1,967
	C 4441	Rosita	Pasusenea	E. Pagnon Ugalde	1,963
	C 4448	Josefa	Zalborro	M. Vitoria Pujana	1,963
	C 4605	S. Barbara	Bema	B. Zubizarreta	1,969
	C 4611	Santa Maria	Amasa	B. Zubizarreta	1,970
ELDUAIEN	C 4474	Errota Berrikoa	?	M. y A. Eraso	1,967
IKAZTEGIETA	C 4477	Amp. S. Joaquin	Aldaba	R. Sanz Mínez,	1,973
LARRAUL	C 4608	Alba	Olozalde	B. Zubizarreta	10,01,69
LEABURU	C 4484	San Pedro	Arrabixulo	P. Garayalde	20,02,67
LEGORRETA	C 4398	San Joaquin	Atezarreta	J. Aranburu	1,976
	C 4477	Amp. S. Joaquin	Aldosa	R. Sanz Mínez,	1,973
REGIL	Y 4338	S. Domingo	Sto. Domingo	G. Aguinagalde	1,964
REGIL	Y	S. Esteban	S. Esteban	J. Mª. Alberdi	
ZERAIN	C 4099	S. Barbara	Izartzaaldea	G. Goya Mendizab,	17,06,80

MUNICIPIO	Nº expd.	Nombre	Paraje	Dueño	Fch. Caducidad
ZIZURKIL	C 4240	Basilisa	Superro	Aizpurua y Cia,	1,980
	Y 4261	Miravalles	Miravalles	J.M. Izaguirre	1,982
	Y 4266	Juanita	Tellerialdea	D. Otaño Odrioz,	1,968
	C 4323	San José	Mizpuiatzulo	A. Zubizarreta	1,980
	C 4347	San Juan	Burrustidi	A. Zubizarreta	1,980
	C 4447	María	Susperro	A. Aizpurua	1,968
	C 4500	Antonia	Urkamendi barr,	A. Aizpurua	1,968
	C 4556	M. Dolores	Abetaldea	Hrds, Zubizarreta	1,980
	C 4583	Juan Carlos	Urkamendi goib,	A. Aizpurua	1,968
	C 4582	M. Aranzazu	Sotoerota	J. Izaguirre	1,963
	C 4606	S. Barbara	Varios	B. Zubizarreta	1,969
	C 4609	Errekalde	Errekalde	J. Garmendia	1,969

* C - Caolín Y - Yesos

Las explotaciones más importantes son la mina "Miravalles" entre las localidades de Aduna y Cizurquil, "Kaolin Eder" en Altzo, "Sta. Barbara" en Alegría de Oria y "Arane" en Bergara.

El resto son explotaciones de menor envergadura, algunas de ellas como "M^a Milagros" y "Laurak Bat" en Asteasu están actualmente bajo el casco urbano ó "Elgorreta" y "Goenaga" en Bergara, bajo el Polígono Industrial, otras aparecen totalmente destruidas, no quedando apenas vestigios de ellas.

La mina "Miravalles" en Aduna esta siendo utilizada por HIDRONOR S.A. para el vertido de lodos industriales.

Las minas "Sta. Bárbara" y "Kaolin Eder" en Altzo y Alegría de Oria, junto con prolongaciones suyas de distintos nombres se desarrollan en el interior del cerro sobre el que se sitúa la ermita de Sta. Bárbara, provocando numerosos hundimientos; estos hundimientos son fenómenos muy comunes en este tipo de labores.

Todas las explotaciones inventariadas presentan según los planos de labores, pequeñas reservas excepto la mina "Miravalles" en la que se pueden calificar sus reservas como medianas, si bien presenta el grave inconveniente anteriormente mencionado de su actual uso como vertedero de lodos industriales, y la mina "San Esteban" en Regil.

Algunas de las explotaciones aprovechaban también Cloritas (entre ellas "Miravalles", "Sta. Bárbara", "Kaolin Eder" y la mina de Leaburu) procedentes de la alteración de masas ofíticas, dadas como caolín y vendidas como tal.

La mayoría de las explotaciones inventariadas son explotaciones subterráneas realizadas por el método de cámaras y pilares, en algún caso mixtas como "San Pedro" en Leaburu. La dimensión de estas explotaciones es variable, oscilando en superficie de 0.5 a 5 Has.

2.3.- ALAVA

En Alava se localizan pocas explotaciones de yeso y todas ellas se encuentran abandonadas. La mayoría han sido explotadas a cielo abierto y unicamente en dos casos se ha realizado minería subterránea: "Roberto" en Paúl e "Islarra" en Murguía, extrayéndose el mineral por el método de cámaras y pilares.

La explotación denominada "Roberto" tenía además de la explotación subterránea un frente explotado a cielo abierto.

En el diapiro de Salinas de Añana existe una concentración de antiguas explotaciones, todas ellas a cielo abierto.

Casi todas las explotaciones presentan unas reservas pequeñas, exceptuando las explotaciones de Paúl donde las reservas pueden tener una cierta entidad.

La mina "Islarra" se encuentra en el complejo de servicio - enlace autovía de Vitoria de la autopista A - 68, Bilbao - Zaragoza, en el Puerto de Altube, y aunque presenta unas reservas importantes su explotación es inviable por las afecciones que puede provocar en las obras anteriormente mencionadas.

2.4.- BIZKAIA

Todas las explotaciones de yesos registradas en la Jefatura de Minas de Vizcaya están actualmente abandonadas.

Se concentran todas ellas en el diapíro de Orduña, a excepción de la mina "Aurora" en Arbácegui-Gerrikaitz que está situada al Este; esta mina se explotaba subterráneamente por el método de cámaras y pilares. También se han encontrado nuevos indicios mineros en Ibaranguelua, Munguía y Urduliz.

En Orduña se reconocen cuatro explotaciones abandonadas "Cantera - mina de Uría", "San Vicente", "Natividad" y "Esperanza".

En las proximidades de Artamaña dentro del diapíro de Orduña en la provincia de Alava, los lugareños hablan de una explotación muy antigua en un paraje denominado "La Yesera", no apreciándose in situ ningún vestigio de ella.

De las explotaciones reconocidas solo una de ellas se explotó a cielo abierto, se trata de la explotación denominada "Natividad" que aparece en el antiguo inventario del IGME como cantera de arcilla, pero realmente fue una explotación de yeso.

Tan sólo la mina "Esperanza" se explotó totalmente de forma subterránea, por el contrario "Uría"

y "S. Vicente" empezaron como explotaciones a cielo abierto para posteriormente realizar la extracción de forma subterránea.

Todas las explotaciones subterráneas obtenían el mineral por el método de cámaras y pilares.

2.5.- ESTADISTICA

La producción Española de yeso gira entorno al 7% de la producción mundial, cifrándose en 1.981 aquella en 5.400.000 toneladas, de las que 3.000 se obtuvieron de la única mina activa en Santander, la de Parbayón. Esta provincia, llegó a obtener en 1.977, 7.900 toneladas cuando también estaba en actividad la mina "La Serna" en Arenas de Iguña.

En Alava y en 1.977 último año de producción en esta provincia, se extrajeron 28.600 toneladas, lo que representó en ese momento el 0.1% de la producción Española cifrada en ese año en 5.481.522 toneladas.

En Vizcaya fue 1.976 el último año de extracción de yeso con un total de 4.200 toneladas, exclusivamente de la explotación de Orduña.

Dado que el mercado dominante para el yeso es el sector de la construcción, en el futuro no parece probable que la producción y en general toda la industria del yeso pueda desligarse de los ciclos que sufre el sector de la construcción. El aumento de su uso como fertilizante es poco factible, aunque sería muy recomendable que sustituyese a otros compuestos químicos.

Una referencia de la evolución de la producción española y su confrontación con el resto de la producción mundial se representa en las siguientes tablas (Panorama Minero de 1.981).

PRODUCCION Y RESERVAS MUNDIALES

PRINCIPALES PAISES	PRODUCCION		RESERVAS
	1980	1981 e/	
Estados Unidos	11.225	12.000	Las reservas son cuantiosas en los principales países productores pero los datos no están disponibles.
Canadá	7.208	8.000	
Francia	5.986	6.500	
R.F. Alemana	2.249	2.500	
Irán	3.537	4.000	
Italia	1.642	1.900	
México	1.709	1.900	
España (1)	5.220	5.500	
Reino Unido	3.265	3.700	
URSS	5.895	6.500	
China	1.995	2.300	
Polonia	1.297	1.500	
Otros Países con Economía Mercado	17.935	20.700	
Otros Países con Economía Planificada	1.570	1.800	
TOTAL MUNDIAL	70.731	78.800	

UNIDAD: Miles de toneladas

FUENTE: U.S. Bureau of Mines

NOTAS: e/estimado

(1) según datos de la citada fuente

ESTADISTICAS NACIONALES

	1977	1978	1979	1980	1981
PRODUCCION (t)	5.481.522	5.368.600	5.275.236	5.222.178	4.303.521
IMPORTACIONES (t)					
• Yeso natural y anhidrita	4.844	1.813	496	477	42
• Yesos calcinados		4.934	6.076	6.970	
EXPORTACIONES (t)					
• Yeso natural y anhidrita	635.097	771.909	1.114.964	1.113.863	1.066.006
• Yesos calcinados		3.843	5.691	5.852	
VALOR PRODUC. (10 ³ Pts)	611.813	713.310	858.775	1.020.919	1.467.878
VALOR IMPORTAC. (10 ³ Pts)					
• Yeso natural y anhidrita	21.477	9.059	1.165	1.777	990
• Yesos calcinados		22.648	33.664	31.986	
VALOR EXPORTAC. (10 ³ Pts)					
• Yeso natural y anhidrita	152.785	204.861	322.881	396.376	633.693
• Yesos calcinados		9.504	29.429	20.154	
INVERSIONES (10 ³ Pts)	—	—	—	26.234	35.981
EMPLEO (N.º obreros)	1.080	1.038	990	242	603
PRECIO CIF (£/t)	s.d	3-3,5	3,5-4	3,5-4	5

3.- JUSTIFICACION DEL PROYECTO

3.1.- NECESIDAD Y UTILIDAD DEL PROYECTO

Con el presente proyecto se pretende obtener información sobre las formaciones yesíferas en el País Vasco y Cantabria, así como determinar las características y calidades del mineral con vistas a la explotación de las zonas más favorables.

Un estudio de este tipo es necesario para conocer las reservas de mineral existente en estas Comunidades, con el fin de su utilización posterior.

Un factor que incide favorablemente en la realización del presente proyecto es la determinación de áreas que puedan presentar suficientes reservas y características adecuadas del mineral con el fin de su utilización en las zonas próximas a las explotaciones.

Por tanto la determinación de zonas que puedan ser explotadas, así como la caracterización del mineral de dichas zonas son causas que justifican la realización del presente estudio.

3.2.- JUSTIFICACION DENTRO DE LOS PLANES NACIONALES Y DEL PLAN DE ACTIVIDADES DEL IGME.

El carácter de investigación propio de este Proyecto, con delimitación de áreas favorables así como la caracterización del mineral de dichas zonas, lo imbrica directamente en el PNAMPM.

A través de los logros que con su ejecución se alcance, y dentro de la consecución de una infraestructura geológico-minera, aparte de su carácter eminentemente práctico, resulta evidente su inclusión dentro de los planes de investigación del IGME.

Por otro lado con la realización de este Proyecto se lleva a cabo la participación de la Administración en las acciones recomendadas de investigación geológico-minera.

En consecuencia, el presente proyecto queda plenamente justificado dentro de los Planes Nacionales y de Actividades del IGME, en su Programa 741-A, y con Artículo Presupuestario nº 64, asignado a dicho Instituto.

3.3.- RESULTADOS QUE SE ESPERAN DEL PROYECTO

Los resultados que se pretenden obtener con la ejecución del presente Proyecto son los siguientes:

- 1.- Determinación de las zonas de interés dentro del País Vasco y Cantabria, caracterizando el mineral de cada área.
- 2.- Estudio de las áreas de máximo interés para su posible explotación con fines industriales, realizando ensayos tecnológicos del mineral.

4.- OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos a alcanzar con la realización de este proyecto son los siguientes:

- 1.- Localización de las áreas que presentan interés como zonas yesíferas.
- 2.- Estudio de las zonas seleccionadas como más favorables, con caracterización del mineral de las mismas.

3.- Realización de un levantamiento cartográfico a Escala 1:10.000 de las zonas con mayores posibilidades de explotación, así como la realización de ensayos del mineral proveniente de dichas zonas.

4.1.- AREA DE ESTUDIO

Las zonas que abarca el presente Proyecto están comprendidas todas ellas en las Comunidades Autónomas del País Vasco y Cantabria.

5.- ANTECEDENTES GEOLOGICOS

5.1.- ALGUNOS ASPECTOS GEOLOGICOS DE LA ZONA ESTUDIADA

Los territorios de Cantabria y el País Vasco están incluidos mayoritariamente en una Región geológica, referida bajo diferentes denominaciones (región Vasco-Cantábrica, Cadena Vascogótica, Pirineos Cantábricos, etc.), de situación y características "intermedias" entre tres cordilleras de plegamiento bien definidas: los Montes Paleozoicos Cantábricos al O, el Pirineo al E y la Cadena Celtibérica al SE. Esta posición le confiere

re una cierta individualidad geográfica, cuyo rasgo más notorio es la disminución de la altura de sus montañas respecto a la de las cordilleras vecinas. Paralelamente, se puede hablar de un cierto grado de individualización geológica, ya que frente a la historia antigua de los Macizos paleozoicos que la bordean, esta región se diferenció como cuenca sedimentaria durante el Ciclo Alpino.

Sin embargo, y por su carácter de eslabón entre tres cordilleras bien definidas, la Región Vasco-Cantábrica posee rasgos en común con el estilo de cada una de ellas. Apoyándose precisamente en dichos rasgos, la Región ha sido subdividida en zonas estructurales, geomorfológicas y/o paleogeográficas por FEVILLEE y RAT (1971), quienes distinguen los siguientes conjuntos o dominios estructurales principales (fig.1):

a) Arco vasco: constituido por los Macizos Paleozoicos vascos (Rhune, Cinco Villas), y su prolongación occidental (Anticlinorio de Bilbao, Sinclinal de Vizcaya). Sus materiales mesozoicos poseen vulcanismo básico y episodios flysch en el Cretácico superior, y metamorfismo suave, lo que sugiere una continuidad con la zona nordpirenaica.

b) Dominio navarro-cántabro: que engloba las cuencas y mesetas del Cretácico superior y del Terciario, principalmente en la provincia de Alava. Está constituido

por grandes espesores de sedimentos suavemente plegados e intruidos por diapiros, representando una transición entre las series pirenaicas y las de afinidad ibérica.

c) Dominio peri-asturiano: que comprende esencialmente afloramientos del Jurásico y Cretácico inferior, en Cantabria, Norte de Burgos y Norte de Palencia. En él se manifiestan netamente las influencias del zócalo paleozoico asturiano; así como las afinidades ibéricas.

d) Bloque navarro del Ebro: situado alrededor de Pamplona. Forma parte durante mucho tiempo del "Continente del Ebro", y posee esencialmente materiales del Cretácico superior y del Terciario. Representa una continuación de la zona Surpirenaica.

En el área abarcada por este Proyecto coexisten materiales pertenecientes a los Ciclos orogénicos Hercínico y Alpino. Los del primero aparecen en la Liébana y en el núcleo de los Macizos de Rhune y Cinco Villas, comprendiendo esencialmente materiales paleozoicos intensamente plegados; sin embargo, la mayor parte de los territorios de Cantabria y País Vasco, están formados por las potentes sucesiones mesozoicas y terciarias del Ciclo Alpino.

DOMINIOS GEOLOGICOS EN LA REGION VASCO-CANTABRICA

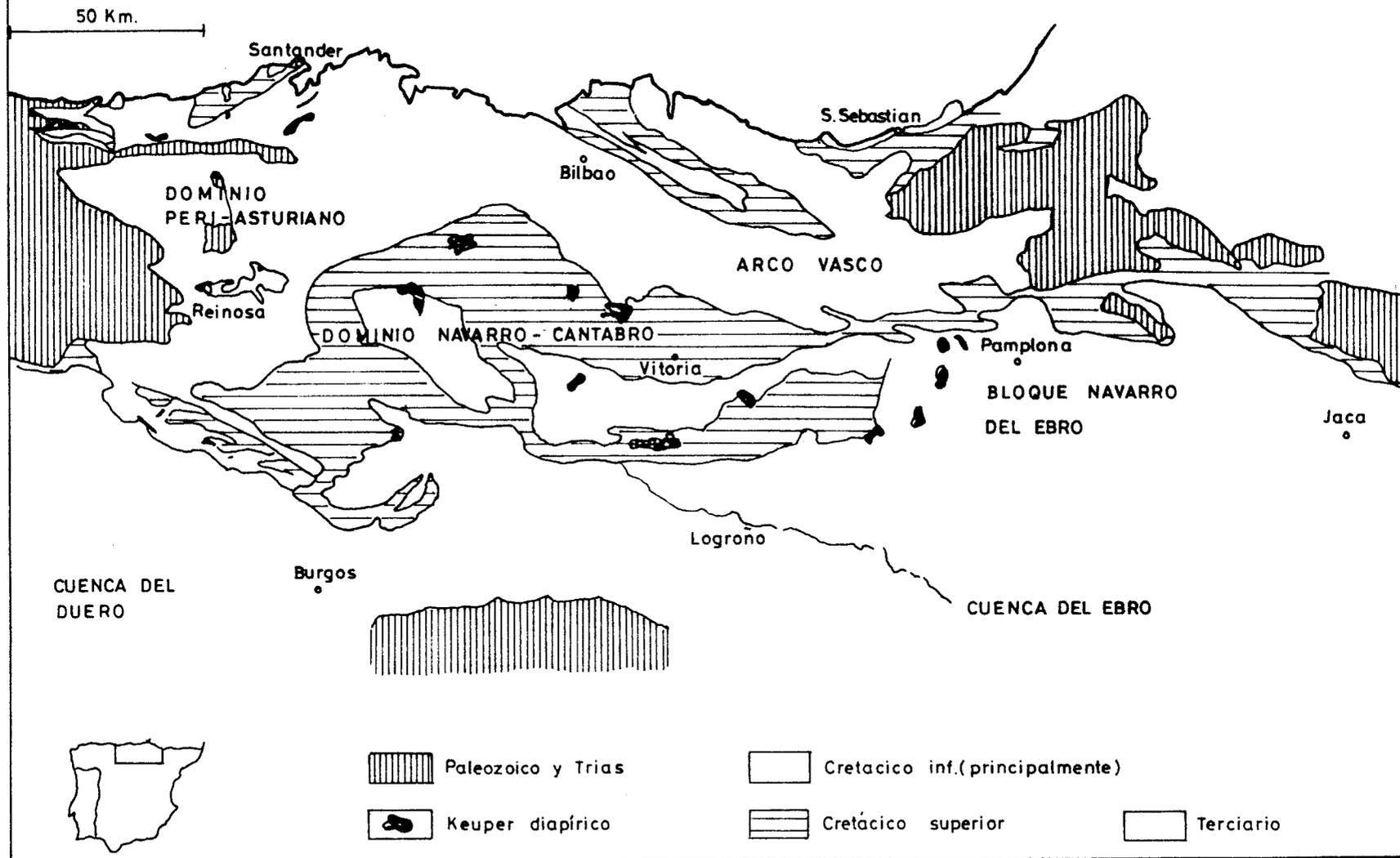


FIGURA 1

5.1.1.- Ciclo Alpino

Este Ciclo se desarrolla desde el Trias superior, y durante el mismo la región Vasco-Cantábrica adquiere su personalidad geológica; sobre todo durante el Cretácico, cuando actuó como una cuenca sedimentaria fuertemente subsidente, situada en el margen continental del Norte de España y ligada a la evolución del mismo. Posteriormente, fue afectada por diferentes fases de deformación, hasta transformarse en el país plegado que se observa en la actualidad.

En los últimos años, y en particular desde el Coloquio dedicado en 1971 a la "Historia Estructural del Golfo de Vizcaya", se ha hecho evidente que la evolución alpina de la región Vasco-Cantábrica debe encuadrarse en el contexto más general de la evolución de los Pirineos y del Golfo de Vizcaya. Aunque todavía no se ha alcanzado un acuerdo sobre los detalles de esta evolución, han sido propuestos diversos modelos conceptuales sobre la misma basados en la tectónica de placas, que, atendiendo a sus respectivos mecanismos pueden agruparse en tres categorías:

A.- De acuerdo con LE PICHON y SIBUET (1971), CHOUKROUNE (1974) y CHOUKROUNE y MATTAUER (1978), la zona nord-pirenaica constituyó durante el Cretácico una zona límite de fallas transformantes ligadas a la apertura del Golfo de Vizcaya, cuyo movimiento terminaría hacia

el final del Mesozoico debido a la convergencia de las placas Ibérica y Europea. Esta teoría presupone un movimiento relativo lateral de más de 300 km. para la placa ibérica (sinistral respecto a Europa), que explica algunas de las anomalías magnéticas del Trias, pero que no se ve confirmado por datos estratigráficos.

B.- Según PEYBERNES y SOUQUET (1975), SOUQUET et al. (1975), la historia estructural de la Cadena Pirenaica (y por extensión, la del Golfo de Vizcaya), puede dividirse en tres episodios: a) etapa de estabilidad con sedimentación en plataformas durante el Jurásico y Cretácico basal; b) creación de un orógeno Aptiense-Albiense, asimilable a un Aulacógeno, entre dos márgenes estables; y c) deformación continua durante el Cretácico superior y Terciario. Estos autores basan sus interpretaciones en datos estructurales y estratigráficos de los Pirineos, sobre todo de las partes central y oriental de la cordillera.

En los dos grupos de modelos reseñados, las placas Ibérica y Europea se suponen colindantes, constituyendo los Pirineos una Cadena intracratónica. Pero mientras los del punto A contemplan desplazamientos horizontales de las placas de centenares de kilómetros, los del B consideran que tales desplazamientos han sido mínimos.

C.- De acuerdo con BOILLOT et al. (1973-74), DEWEY et al. (1973) y MONTADER et al. (1973), la evolución del

golfo de Vizcaya comprende las siguientes etapas: a) rift, quizá ya en el Triásico, pero fundamentalmente en el Jurásico superior-Neocomiense; b) deriva de Iberia hacia el SW, desde el Albiense al Campaniense, cuando se alcanza la máxima separación (unos 120 km.) entre las placas Ibérica y Europea; y c) subducción hacia el Sur de la placa Europea bajo la Ibérica que determinaría la deformación de la margen Continental noespañola, así como la creación de los Pirineos, por colisión de las masas continentales. Esta teoría ha sido desarrollada principalmente con datos oceanográficos, y explica satisfactoriamente, entre otras cuestiones, la marcada asimetría de las márgenes continentales del Golfo de Vizcaya, siendo aplicable también, con algunas limitaciones, a los Pirineos (BOILLOT y CAPDEVILA, 1977), que representarían así un orógeno intracontinental.

Esta teoría resulta particularmente atractiva porque la comparación entre los acontecimientos del Golfo de Vizcaya, y los deducidos del análisis del registro geológico de la región Vasco-Cantábrica deja entrever coincidencias bastantes significativas (Tabla 1), y constituye, por tanto, un marco coherente, para entender la historia geológica del País Vasco y Cantabria en el Ciclo Alpino y el significado paleogeográfico de los sucesivos conjuntos litológicos existentes.

		GOLFO DE VIZCAYA *	REGION VASCO-CANTABRICA	
			parte septentrional	parte meridional
TERCIARIO	MIOCENO		?	
	OLIGOCENO			
	EOCENO			
MESOZOICO	CRETACICO SUPERIOR	Calma Tectónica	Relleno (pelágico ?) del Surco flysch	Represión generalizada
	CRETACICO INFERIOR	Distensión de la Corteza Continental. Nacimiento de Cuencas Sedimentarias conservadas actualmente en los margenes Continentales armoricana y Española	Depósitos carbonatados pelágicos. Surco flysch con relleno siliciclástico y carbonatado. Intercalaciones abundantes de rocas volcánicas submarinas.	Depósitos pelágicos y de plataforma externa, calizas y margosas.
	JURASICO		CALMA TECTONICA	Distensión Generalizadas, con creación de cuencas limitadas por fallas, rellenas por sedimentos terrigeno - carbonatados no marinos y de ambientes intermedios (Complejo Purbeck Weald)
	TRIASICO	Distensión de la Corteza continental. ¿Comienzo de la separación entre Iberia y Francia?		Transgresión marina e instalación de plataformas Carbonatadas (Jurásico marino)

SUBDUCCION
CONVERGENCIA

DERIVA
DIVERGENCIA DE PLACAS

RIFTING

* Según datos de Boillot et al. (1979) y Boillot (1980)

TABLA 1

5.1.2.- Triásico

La mayor parte de los afloramientos triásicos de Cantabria y País Vasco (planos 1 y 2) son de tipo tectónico, aunque se aprecian en algunos casos varias estructuras diapíricas (diapiros de Orduña y Murgía). Están formados por arcillas abigarradas, masas ofíticas y esporádicamente yesos. Sin embargo, en Guipúzcoa y Cantabria, puede observarse la sucesión completa, que presenta la típica división tripartita de la facies Germánica, con un grupo inferior fundamentalmente integrado por sedimentos terrígenos continentales ("Buntsandstein"), uno intermedio carbonatado ("Muschelkalk") y uno superior de arcillas varioladas y evaporitas ("keuper").

5.1.2.1.- **Buntsandstein**

El "Buntsandstein" está constituido por un conjunto terrígeno, de 100 a 500 m. de potencia en Guipúzcoa y hasta 2000 en Cantabria, con un carácter general grano-decreciente, en el que es posible diferenciar diversos tramos, que, de abajo a arriba son:

Tramo 1.- Areniscas y conglomerados. En ocasiones, este intervalo conglomerático es difícil de separar de los infrayacentes conglomerados pérmicos, de los que se diferencia esencialmente por la naturaleza de los cantos (Pérmico = Conglomerados polimícticos; Buntsandstein =

Conglomerados silíceos).

Tramo 2.- Está constituido esencialmente por areniscas de grano fino a medio de color rojo, estratificadas en bancos métricos, presentando abundantes estratificaciones cruzadas.

Tramo 3.- Está constituido por alternancia de areniscas y limolitas.

Tramo 4.- Formado predominantemente por limolitas rojas, en bancos compactos laminados, con algunas intercalaciones areniscosas en estratos delgados, menos frecuentes hacia techo. El tramo termina con arcillas de color rojo, muy difíciles de separar de las del Keuper en los sectores en los que falta la facies Muschelkalk.

5.1.2.2.- Muschelkalk

El "Muschelkalk" está muy irregularmente representado, faltando en muchos sectores, por lo que es difícil establecer si tal ausencia es original o debida a laminaciones tectónicas.

Los restantes enclaves de calizas y dolomías que pudieran corresponder al Muschelkalk, siempre de reducidas dimensiones, aparecen englobados en arcillas del Keuper tanto en los afloramientos normales como en los de tipo diapírico.

5.1.2.3.- Keuper

El "Keuper", por último, está constituido por materiales arcillosos de comportamiento plástico, que han tenido una actividad halocinética importante en diversos momentos del Ciclo Alpino. Por ello resulta imposible establecer una sucesión estratigráfica así como la determinación, ni siquiera aproximada, de sus espesores originales. Además de las arcillas abigarradas, generalmente de color rojo, que son la litología predominante, se encuentran intercalaciones aisladas de delgados niveles limolíticos y acumulaciones eventuales de yesos. Se sabe también, por sondeos, explotaciones y surgencias salinas, de la existencia de otras evaporitas más solubles, que no llegan, sin embargo, a presentarse en superficie. Otra característica destacada del Keuper es la aparición en su seno de masas de rocas ígneas verdes (ofitas).

Ofitas: De forma casi constante en los afloramientos del Trias superior, se encuentran masas más o menos importantes de rocas melanocráticas de grano fino, en general muy alteradas en superficie y cuya composición mineralógica y química están de acuerdo con un carácter tholeítico para el magma original.

Los principales componentes minerales son augita, labradorita, pigeonita y más rara vez olivino. Entre los accesorios comunes están menas y apatito.

Los minerales secundarios constituyen con frecuencia los componentes mayoritarios entre los que caben destacar clorita, calcita, epidota y sericita.

Los afloramientos son masivos, aunque con un fuerte diaclasado, en otros casos su estructura es brechoide con fragmentos de diversas dimensiones en una pulpa formada por pequeños fragmentos y minerales de alteración.

Estas facies brechoides se observan tanto en diapiros como en escamas tectónicas de reducidas dimensiones y hay que suponer que la brechificación está ligada al efecto de migración, donde los materiales plásticos arrastrarían masas rígidas de ofita.

La edad de emplazamiento para estas rocas según datos radiométricos recientes es de 193 m.a. El magma ofítico ascendería a favor de fracturas, que afectaron al Trias inferior y principalmente al Paleozoico, para quedar entrampado en los materiales plásticos del Trias superior donde se expandería.

El depósito de la sucesión triásica de la región Vasco-Cantábrica estuvo sin duda controlado por la actividad del sistema de rift del Golfo de Vizcaya, que se reflejó en el margen continental norespañol por una tectónica distensiva (Tabla 1). Durante el Buntsandstein tuvo lugar una subsidencia diferencial

acusada, con creación de "umbrales" y "fosas"; los primeros constituirían relieves más o menos importantes, cuyo desmantelamiento por erosión rellenaría las fosas. El recrecimiento vertical paulatino del tamaño de grano de la sucesión demuestra sin embargo que las diferencias de relieve se fueron amortiguando con el transcurso del tiempo, hasta quedar casi arrasado durante el Buntsandstein mas alto (tramo 4), permitiendo así la transgresión del Muschelkalk.

Al comienzo del Trias superior, una regresión de ámbito regional determinó el fin de la sedimentación carbonatada y propició el régimen deposicional clástico-evaporítico característico del Keuper, que, como se ha señalado, fue acompañada por la extrusión de ofitas.

5.2.- GENERALIDADES SOBRE EL TRIAS KEUPER

Se pueden caracterizar tres tipos de zonas triásicas diferentes:

- a) Los diapiros
- b) Los afloramientos de origen tectónico
- c) Los afloramientos autóctonos

5.2.1.- Los diapiros triásicos

Separaremos en dos apartados nuestras observaciones sobre los diapiros visitados: por un lado los aspectos referentes a Estratigrafía - Estructura, y por otro los propios de la caracterización de los sulfatos cálcicos encontrados. En esta memoria no haremos alusiones a la interpretación sedimentológica de estos sulfatos, ni a los métodos específicos de prospección geofísica, etc.

5.2.1.1.- Estructura de los diapiros y estratigrafía de sus materiales triásicos

De cara a una investigación de yacimientos yesíferos en los diapiros, tanto estructura como estratigrafía deben ir íntimamente ligados si se desea llegar a unos criterios de prospección claros.

Por lo que se refiere a la estructura, parece evidente, por las cartografías que se dispone, que los diapiros muestran una disposición interna bien definida, del tipo anular, de sus diferentes unidades litológicas, y en este sentido no son "caóticos", al menos en su actual nivel de erosión.

Admitiendo su coherencia estructural, podemos pasar a suponer que sus unidades litológicas, corresponden a unidades litoestratigráficas, las cuales nos da-

rían, una vez restituídas a la horizontal, la serie estratigráfica triásica que ha sido involucrada en el diapirismo.

Esta podría estar integrada por:

- a) Una **unidad inferior** (núcleo de diapiro) de margas violáceas y versicolores con pequeños cristales de cuarzo, que engloban masas ofíticas de distribución irregular.
- b) Una **unidad intermedia**, de bancos de yesos y arcillas yesíferas rojas, a cuyo techo quizá aún se desarrolla un paquete arcilloso rojo (extremo éste difícil de precisar por el momento).
- c) Una **unidad superior** de "carniolas" de la base del Lias, que localmente presenta indicios de horizontes evaporíticos en su base.

Adicionalmente, cabe considerar a la propia sal. Esta podría situarse estratigráficamente tanto por debajo de las margas violáceas (a), como en su propio seno, formando entonces intercalaciones originales entre las citadas margas. Es difícil definirse por una u otra opción, aunque de momento, aceptaremos la de ser un nivel "basal" de toda la serie diapirizada.

De este modo podríamos resumir que, provisoriamente, en los diapiros visitados la serie triásica afectada por halocinesis tendría, al menos, 4 grandes unidades litoestratigráficas, que de base a techo

serían:

- 1.- Sal masiva (?)
- 2.- Margas versicolores con ofitas
- 3.- Yesos y arcillas yesíferas
- 4.- Carniolas de la base del Lias

En realidad hay que suponer que el Muschelkalk está también implicado en la dinámica halocinética, porque masas calcáreo - dolomíticas de esta facies están presentes en otros diapiros. Adicionalmente, haremos una nueva hipótesis, y es que los materiales del Muschelkalk se limitan fundamentalmente a litologías del tipo citado. Sin embargo, no debe olvidarse que en el sustrato de la Cuenca del Ebro los sondeos petroleros cortan dos barras calcáreas de Muschelkalk (M1 y M3) y un tramo intermedio evaporítico incluso con sal (M2). Igualmente, es conocida la existencia de estos 3 tramos en el Pirineo Catalán, Catalánides y Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica.

No puede, pues, descartarse tampoco la posible existencia de un Muschelkalk con más de un único tramo dolomítico en la zona vasco - cantábrica, del cual, por supuesto, desconocemos totalmente cuál podría ser la envergadura de sus niveles evaporíticos.

El Buntsandstein, que llega a aflorar bien en la zona vasco-cantábrica, no parece estar nunca involu-

crado en el diapirismo, ni presentar tramo alguno evaporítico (facies Röt) a techo del mismo, contrariamente a lo que ocurre en Cataluña (sulfatos) y en el sustrato de la Cuenca del Ebro (sal, cortada por sondeos).

En resumen, y de común acuerdo con la bibliografía existente de la zona, todo parece indicar que la serie diapirizada afectaría fundamentalmente al Keuper, y de un modo menos generalizado al Muschelkalk. El hecho de que éste último se haya "despegado" del sustrato rígido, que tiene como término más alto al Buntsandstein, sugiere la presencia de tramos plásticos (evaporíticos) intra-Muschelkalk, o bien a techo del Buntsandstein. Resulta prematuro intentar comparar la serie Keuper antes discutida para los diapiros con la serie Keuper bien caracterizada en el conjunto de Valencia, Catalánides y Béticas.

Finalmente, cabe plantearse la validez o no de la hipótesis de partida con la que se está trabajando, en el sentido de que la actual estructura cartográfica de los diapiros visitados corresponda realmente a una deformación simple del tipo "abultamiento" de la original serie litoestratigráfica. Quizá otra posibilidad sería la de que su organización anular sea la respuesta a la diferente plasticidad de los materiales durante la fluencia halocinética en vertical. Sin duda, una masa de margas "salíferas" ocuparía el núcleo, mientras que hacia los bordes se emplazarían los potentes bancos de

yeso/anhidrita, y en la periferia las "carniolas". Sin embargo, las masas ofíticas no parecen encajar bien en este esquema, pues deberían haber sido segregadas hacia los bordes, contra los yesos y las carniolas. Sin embargo, se ha constatado que en otros diapiros de esta zona los paquetes yesíferos también pueden estar dispersos en el núcleo diapírico junto a las ofitas, como si todo el conjunto se tratase, en realidad, de un simple "cap - rock". Tal dispositivo invalidaría la hipótesis de una organización anular de origen estratigráfico.

Como sugerencias para el futuro, a raíz de todo lo anteriormente dicho, podríamos apuntar que creemos necesario completar el estudio cartográfico de los diferentes diapiros vasco - cantábricos, y discutir más a fondo la posibilidad de que exista o no un modelo general de evolución halocinética, o ampliando la discusión a los restantes diapiros, burgaleses y navarros.

5.2.1.2.- Caracterización de los sulfatos triásicos

La abundancia de anhidrita aflorante en las masas de yeso de las canteras y minas sugiere que, en adelante, hablemos más propiamente de investigación de sulfatos cálcicos (abreviadamente de "sulfatos") que propiamente de yeso.

En las explotaciones, hoy todas ellas abandonadas, de los diapiros visitados, cabe separar dos grupos de facies sulfatadas: las capas de sulfato y los niveles de arcillas yesíferas versicolores.

5.2.1.2.1.- Las capas de sulfato

Sus potencias varían desde un metro a varias decenas de metros. En general están formadas por yeso, pero algunas capas presentan porcentajes muy altos de anhidrita, o incluso son totalmente anhidríticas. La estructura es laminada, alternando los tonos claros con los grises u oscuros, aunque cuando la laminación se hace más difusa el aspecto de las capas es masivo y blanco. La anhidrita es tanto microcristalina como de grano grueso, y en este último caso debido posiblemente a recristalización durante la halocinesis (cristales de hasta varios mm). El yeso es siempre secundario, es decir, procedente de la hidratación en superficie de la anhidrita precursora, y se presenta en sus tres variedades petrográficas principales: alabastrina, porfiroblástica y megacristalina. Suele dominar la variedad alabastrina, de grano muy fino y con tonalidades claras. Localmente el yeso es megacristalino ("selenítico"), en particular cuando aumenta en la capa la proporción de marga o arcilla. El yeso porfiroclástico es mucho más esporádico.

Los carbonatos (dolomías de grano fino), tanto en bandas centimétricas como en capas métricas, se intercalan ocasionalmente entre las capas de sulfatos, encontrándose fracturadas por su diferente plasticidad. No llega a observarse ningún tipo de ciclicidad sulfato - carbonato.

Los sulfatos contienen puntualmente (mina de Orduña) teruelitas, cuarzos idiomorfos y piritas más o menos oxidadas, todos ellos milimétricos, salvo raras excepciones no se aprecian litofacies nodulares asociadas a las laminadas en estas capas de sulfatos.

Sin duda, las capas laminadas constituyen el objetivo principal de las explotaciones, tanto por su pureza en sulfato cálcico como por su potencia . Sin embargo no podemos, por el momento, saber cuál es el número original de paquetes sulfatados de esta naturaleza que existen en la serie triásica, ni tampoco asegurar que todas las explotaciones existentes se benefician del mismo paquete.

Es de preveer que en profundidad todo el yeso pasa anhidrita, tal como sugiere la abundancia de la misma en superficie. Un aspecto importante de la investigación en los diapiros sería determinar la profundidad promedio a la cual se encuentra el frente de hidratación, además de estudiar en detalle para cada explotación el porcentaje de anhidrita presente.

5.2.1.2.2.- Los niveles de arcillas yesíferas

Estas son de estratificación más irregular, y de tonalidades rojizas o versicolores. Se presentan asociadas a las capas de sulfatos, ya sea por encima estratigráficamente o bien en alternancia con ellas . Pueden alcanzar potencias visibles de hasta 20 m .

La riqueza en sulfatos de estos niveles arcillosos es muy variable. Estos están constituidos preferentemente por yeso de litofacies nodular, con nódulos de tamaños centimétricos a decimétricos, desde aplastados a subsféricos. Frecuentemente estos nódulos están rodeados de cristales de cuarzo blancos, de varios mm. En estos niveles la anhidrita está siempre ausente.

El yeso, que es también secundario siempre, suele ser tanto alabastrino como megacristalino, aunque pueden observarse algunas envolturas porfiroclásticas en los nódulos. El tipo megacristalino suele alojarse en los niveles más arcillosos, pudiendo alcanzar, cristales aislados o agregados, varios centímetros de tamaño. Muy frecuentemente se intercalan en estos niveles capas finas de yeso blanco fibroso, cuyas fibras suelen estar deformadas tectónicamente.

Estos niveles yesíferos suelen estar muy aplastados por el estiramiento diapírico, pero en ningún caso deben confundirse con facies "cataclásticas" o "miloníticas". Los nódulos son facies diagenéticas,

simplemente.

El porcentaje de sulfato cálcico en estos horizontes es muy variable, pero posiblemente insuficiente para plantear su extracción.

5.2.2.- Los afloramientos de Trias de origen tectónico

Las diferentes observaciones de este tipo de Trias, realizadas en diversos puntos de Cantabria y País Vasco, no aporta ninguna información nueva de tipo litológico, de litofácies, o mineralógico, sobre los sulfatos cálcicos. Únicamente confirman la existencia de yesos en capas potentes, del tipo 1 del apartado anterior, que han sido intensamente beneficiadas en minas. Ignoramos si corresponden o no a las mismas capas que se observan en los diapiros. Ignoramos también si su proximidad a masas ofíticas es significativa o puramente casual. Las dificultades de acceso directo a estas capas nos impiden hacer más puntualizaciones.

A continuación se indican los datos obtenidos a partir de las observaciones efectuadas sobre prácticamente todos los afloramientos del Keuper, al objeto de poder concretar, aquellos que sean susceptibles de contener niveles salinos de interés económico.

6.- PLAN DE TRABAJO

La realización de este estudio se ha efectuado en varias fases:

- Recopilación de datos.
- Reconocimiento de las zonas yesíferas y toma de muestras.
- Análisis de las muestras.
- Tratamiento de los datos y selección de las áreas más interesantes.
- Estudio de detalle de las áreas más interesantes.

6.1.- RECOPIACION DE DATOS

La labor inicial del estudio ha sido la recopilación exhaustiva de todos los datos de interés para el mismo. Por ello se ha consultado en los archivos del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), así como se ha consultado en los archivos de las diferentes Jefaturas de Minas (Cantabria, Bizkaia, Guipúzcoa y Alava), de la Biblioteca de la Universidad del País Vasco (U.P.V.), de la Universidad de Cantabria, Ente Vasco De La Energía (E.V.E.), Consejería de Industria de Cantabria

También, se ha demandado información en todas las zonas con indicios o posibilidades de contenido en yeso.

6.2.- RECONOCIMIENTO DE LAS ZONAS YESIFERAS

De acuerdo con lo expuesto en el capítulo 5, las zonas susceptibles de contener yeso están restringidas a los afloramientos triásicos y miocenos.

Con esta base y partiendo de la cartografía 1:50.000 del IGME (Plan MAGNA) se han elaborado los mapas geológicos generales de las áreas favorables a escala 1:200.000 de Cantabria y País Vasco (planos 1-2) que incluyen las hojas nº 4,5,10,11,12, y 5,6,11,12,13,21 del Mapa Topográfico Nacional a dicha

escala.

La delimitación de las unidades se ha hecho en base a la cartografía existente del Mapa Geológico Nacional a E. 1:50.000 del IGME, de la Cartografía Geológico - minera a E. 1:25.000 del EVE, de la Síntesis Geológica a E. 1:200.000 (IGME), de la Síntesis Geológica a E. 1:200.000 de Cantabria (Dpto. de Geología de la Universidad de Cantabria), de los datos previos de la empresa ejecutora.

A continuación se han llevado a cabo una serie de recorridos por dichas áreas con el fin de reconocer el mayor número de afloramientos y recoger muestras de los indicios de yeso inventariados o no.

Se han reconocido todas las zonas incluidas en los planos 1 y 2 que suman un total de 290 Km². en Cantabria y 510 Km². en el País Vasco, y teniéndose especial cuidado en revisar las áreas cubiertas por cuaternarios que pudieran enmascarar terrenos triásicos.

6.3.- ANALISIS DE MUESTRAS

A partir del material muestreado en los diferentes afloramientos del área de estudio, el tratamiento analítico realizado ha sido de dos tipos: a) análisis mineralógico de la roca por medio de difracción de Rayos X; b) análisis químico de los principales

elementos componentes de la roca.

6.3.1.- Difracción de Rayos X.

Este tipo de análisis permite conocer el tipo de mineralogías presentes en la roca (representativas al menos en un 3-5%). En este caso se trata de muestras constituidas por un mineral dominante (yeso y/o anhidrita) y otros acompañantes en muy menor proporción. Debido a ello en algunos casos, con el fin de tener un mejor conocimiento de estos minerales acompañantes, se ha realizado difracción del residuo insoluble una vez disuelto el mineral principal (en este caso el yeso).

El tipo de minerales que aparecen en las muestras de sulfatos analizadas son fundamentalmente: carbonatos, cuarzo, feldespatos y minerales de las arcillas. Estos minerales se presentan básicamente en forma de matriz entre el yeso (o anhidrita) aunque también pueden estar en forma de inclusiones.

El análisis se ha realizado a partir de muestras de roca total molturada, sobre las que directamente se ha realizado la difracción de Rayos X (difracción normal). Con este procedimiento se han analizado 35 muestras. De entre éstas se han seleccionado 12 para el estudio de su residuo una vez disuelto el yeso (difracción del residuo insoluble)

La disolución se ha realizado partiendo de 2 gr. de muestra molturada en 1 litro de agua destilada con agitación durante 24 h. Dado que la solubilidad del yeso en estado puro es de 2 gr/l, se obtiene mediante este procedimiento la total disolución del sulfato quedando solamente su residuo insoluble. El difractograma que se obtiene de este residuo nos permitirá conocer con mayor detalle los minerales que acompañan al yeso en la muestra.

6.3.2.- Análisis químicos

Por cada una de las muestras (roca total), se han valorado los siguientes óxidos: SO_2 , CaO (de los sulfatos), CaO (del residuo insoluble inorgánico), SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , MgO, Fe_2O_3 , CO_2 H_2O .

El método analítico que se ha utilizado para esta valoración se expone en el cuadro de la figura 2.

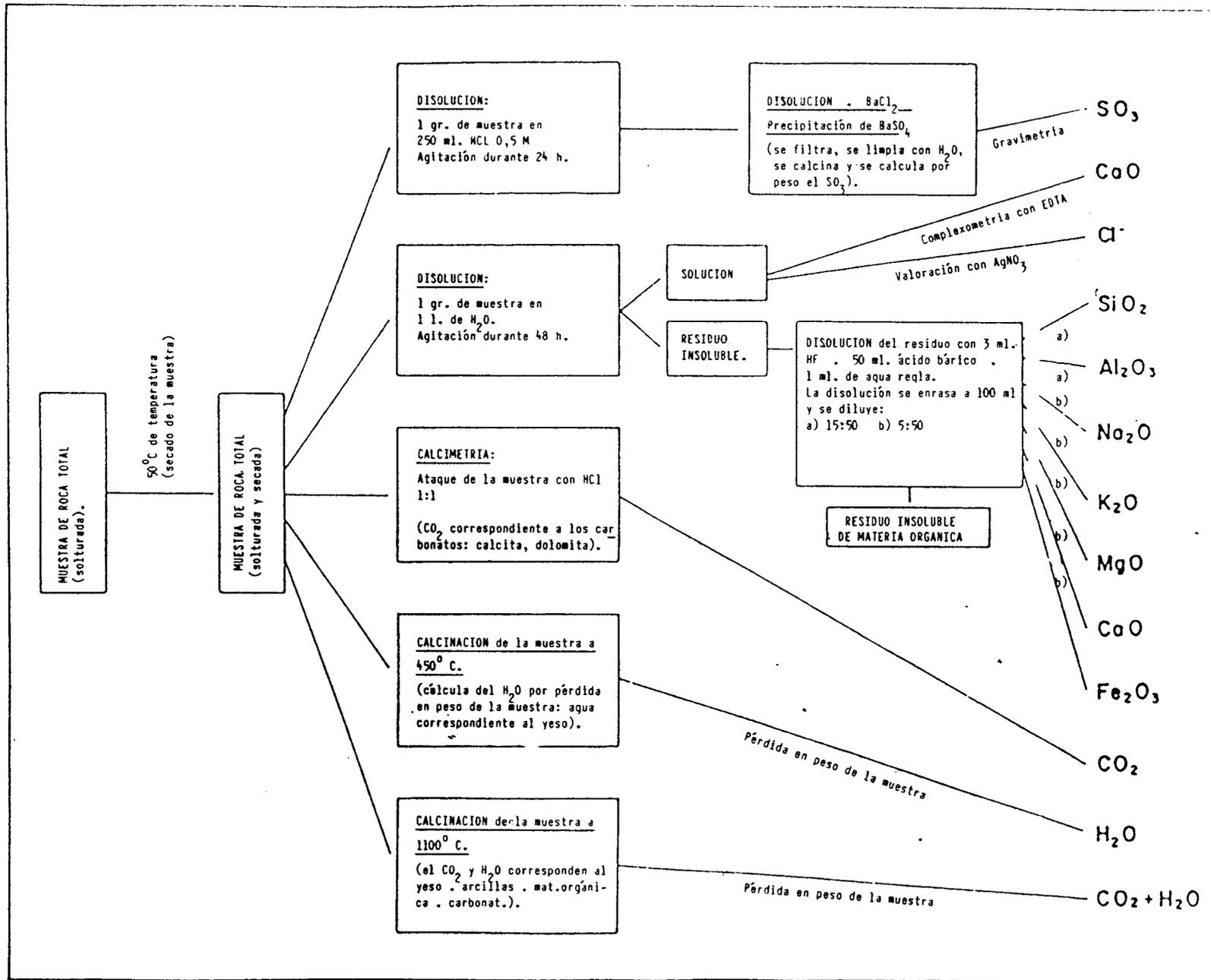


FIGURA 2 - Cuadro esquemático con el método de análisis químico utilizado para la valoración de las muestras

7.- RESULTADOS DE LOS RECORRIDOS DEL CAMPO

7.1.- EL TRIAS EN CANTABRIA COMO PORTADOR DE YACIMIENTOS YESIFEROS

Los afloramientos de Trias Keuper en Cantabria se pueden agrupar en tres grupos:

- a) Afloramientos de origen tectónico
- b) Afloramientos diapíricos o mixtos
- c) Afloramientos autóctonos.

La gran mayoría de los materiales se han emplazado tectónicamente. Se distinguen dos tipos de alineaciones tectónicas: N 30° 40' (Torrelavega - Polanco - Parballón - Ramales - Colindres - Comillas) y E - O (Cabezón - Vargas - Villacarriedo).

Como estructuras diapíricas se pueden distinguir las de San Vicente de la Barquera, Solares, Sobarzo, Bahía de Santander, Santofña y Liendo. No obstante la situación de algunas de estas estructuras sobre la intersección de las dos alineaciones tectónicas principales, permite suponer que en un primer estadio fueron emplazadas tectónicamente y durante la etapa distensiva continuaron fluyendo hacia arriba y lateralmente através de zonas de debilidad preformadas. Esto podría explicar la forma estrellada que presentan.

El esquema de Cabezón de la Sal puede ser similar, si bien mantiene una dirección predominante E-O.

El afloramiento de Polanco es difícil de interpretar pues aunque cartográficamente está limitado por accidentes de dirección N 40°, los datos de sondeos indican que los materiales salinos se prolongan por debajo de los 1600 m de profundidad.

Los afloramientos que se sitúan al Sur del gran cabalgamiento de Cabuérniga se encuentran en posición estratigráfica correcta, aunque algunos de ellos están cepillados en fracturas de gran envergadura.

En la zona de Liendo, además de los afloramientos cartografiados en la costa, se ha considerado que el denominado "polje" de Liendo es realmente un dia-piro, quizá asociado al de Santoña, que fue erosionado y ocupado por el mar en fechas recientes (Terciario ?). Estudios recientes han puesto en evidencia la presencia de arcillas triásicas bordeando los límites del valle. Este, ocupado hoy por sedimentos cuaternarios, presenta bajo estos materiales más de 70 m de arcillas bituminosas que presumiblemente son el depósito de una zona intermareal (comunicación oral). Por debajo de estas se encontraría el Trias.

La observación de la cartografía junto con algunas recientes comunicaciones hacen pensar en la presencia de varias estructuras domáticas en la costa de Cantabria.

En el proyecto del IGME "Potencial básico de sales y silvinita en Cantabria" (1.985) se da una extensa relación de antecedentes bibliográficos, así como una descripción estratigráfica detallada, apoyada en estudios petrográficos.

7.1.1.- Descripción de los afloramientos

Se describen únicamente aquellos afloramientos que presentan una cierta entidad cartográfica o bien se detecta yeso en ellos.

7.1.1.1.- Liendo (C - 1)

Aunque el Valle de Liendo es probablemente un afloramiento diapírico de Trias Keuper, los únicos afloramientos observables de materiales asociados a dicha edad se encuentran en la playa de San Julián, Punta del Aguila, y en los bordes del Valle en afloramientos muy reducidos, formados esencialmente por facies arcillosas.

7.1.1.2.- Laredo (C - 2)

El Trias Keuper aflora al SO de Laredo y en la zona de Limpias, llegando hasta Ramales. Es probable que en la bahía de Santoña - Ria del Asón los sedimentos recientes enmascaren materiales del Keuper.

En el SO de Laredo se aprecia un paquete de yeso laminado con una potencia de 5 m, y algunas intercalaciones milimétricas de arcilla, en relación con facies de yesos nodulares y de arcillas versicolores. (Foto 1).

El afloramiento es muy reducido, siendo el desarrollo de la cubierta vegetal grande, al ser una zona de pastos.

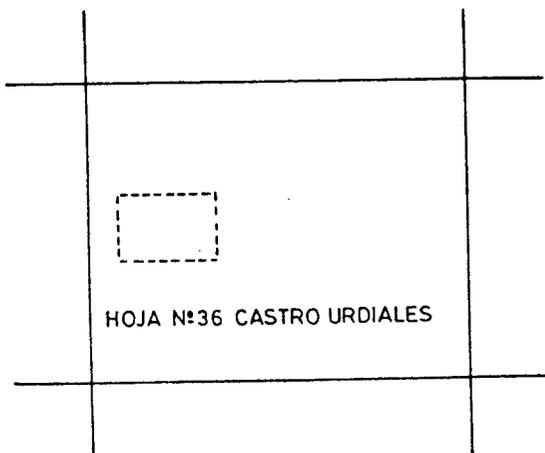
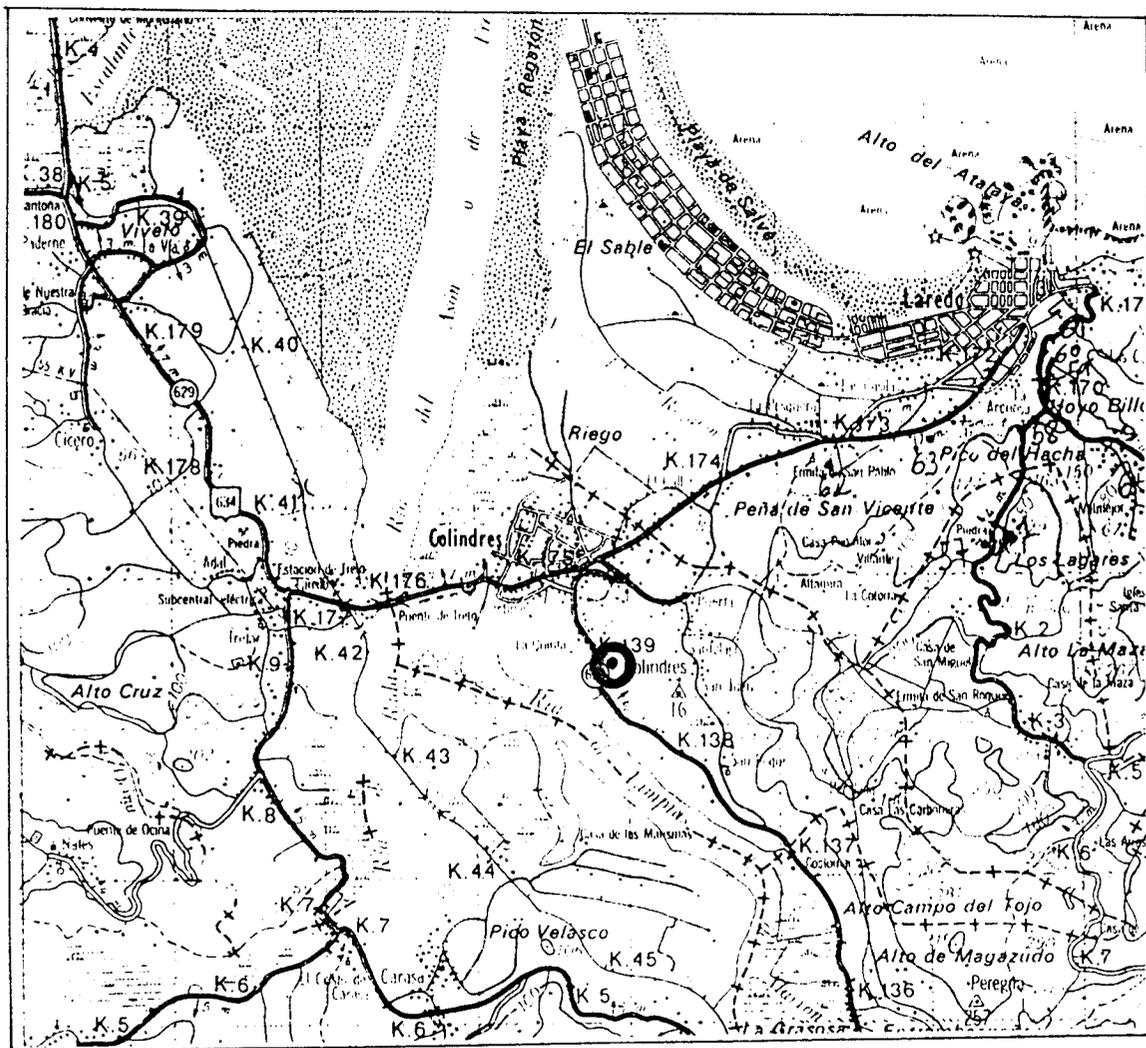
Probablemente se trata de una pequeña cantera o bien de una explanación para la construcción de algún edificio. No observandose continuidad.

MUESTRA 209/86 - 36 - S - 1

En la zona de Limpias, El Cerro y Helguera existen dos afloramientos de Trias Keuper, desconectados y con la particularidad de presentar gran recubrimiento vegetal, estando bajo núcleos urbanos de relativa importancia.



FOTO 1. *Nivel de yeso laminado en COLINDRES al SO de
LAREDO*



HOJA Nº36 CASTRO URDIALES

MUESTRA 209/86 - 36 - S-1

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
39,44	28,11	17,21	2,13	2,20	8,69	97,78	

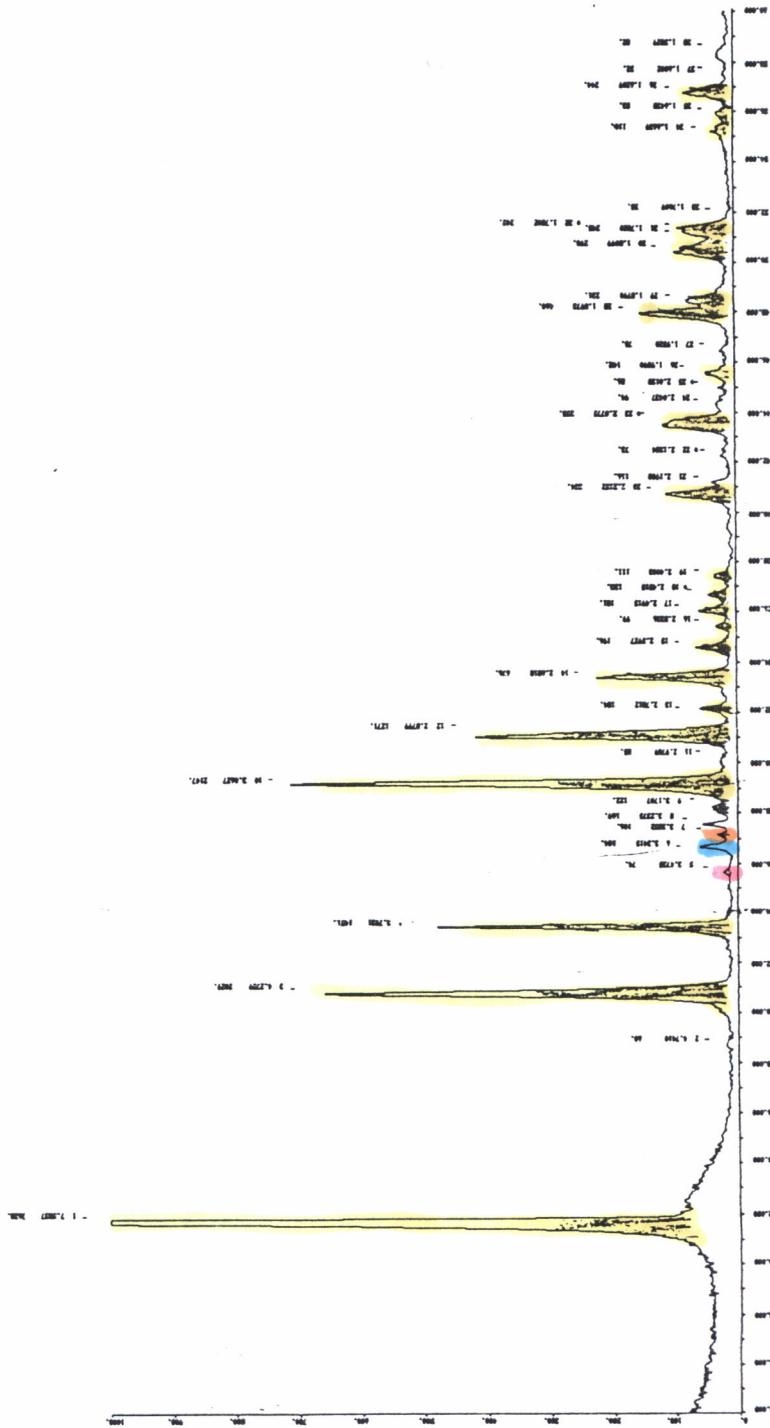
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
3,50	1,03	0,46	1,58	1,65	0,040	0,43

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
84,09	---	4,44	---	6,38	2,20



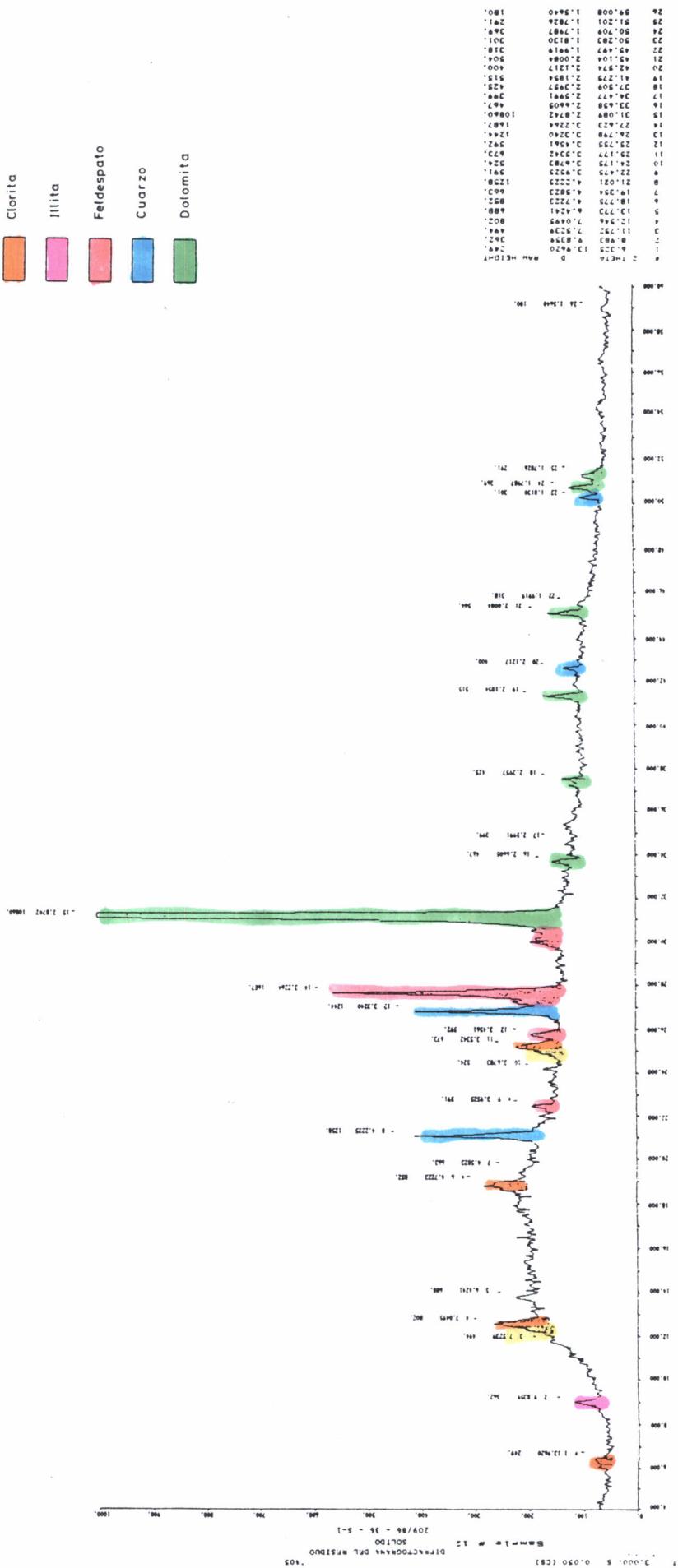
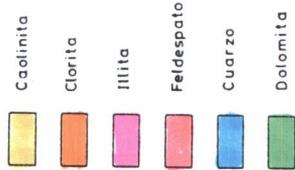
- Anhidrita
- Yeso
- Cuarzo
- Magnesita
- Illita
- Clorita

Scale 1.0 x 10³ 209/86 - 36 - S-1
 Filter: NONE, Lambda: 1.9403
 2.0000, 0.0000 (CB)

2θ	d	h	k	l	Phase
9.1	9.79	1	0	0	Yeso
11.2	8.10	0	0	1	Yeso
16.2	5.50	1	0	0	Yeso
17.2	5.18	0	1	0	Yeso
18.1	4.97	1	1	0	Yeso
19.4	4.57	0	2	0	Yeso
20.5	4.34	1	1	1	Yeso
21.2	4.20	1	0	1	Yeso
21.5	4.14	1	1	1	Yeso
23.2	3.84	1	1	1	Yeso
24.5	3.67	2	0	0	Yeso
25.5	3.53	0	2	1	Yeso
26.5	3.40	1	2	0	Yeso
27.2	3.29	2	1	0	Yeso
27.5	3.25	1	2	1	Yeso
28.2	3.17	2	1	1	Yeso
28.5	3.14	2	2	0	Yeso
29.2	3.08	2	2	1	Yeso
29.5	3.05	2	2	2	Yeso
30.5	2.96	3	1	0	Yeso
31.2	2.91	3	2	0	Yeso
31.5	2.89	3	2	1	Yeso
32.2	2.84	3	2	2	Yeso
32.5	2.82	3	3	0	Yeso
33.2	2.77	3	3	1	Yeso
33.5	2.75	3	3	2	Yeso
34.2	2.71	3	3	3	Yeso
34.5	2.69	3	4	0	Yeso
35.2	2.65	3	4	1	Yeso
35.5	2.63	3	4	2	Yeso
36.2	2.59	3	4	3	Yeso
36.5	2.57	3	5	0	Yeso
37.2	2.53	3	5	1	Yeso
37.5	2.51	3	5	2	Yeso
38.2	2.48	3	5	3	Yeso
38.5	2.46	3	6	0	Yeso
39.2	2.43	3	6	1	Yeso
39.5	2.41	3	6	2	Yeso
40.2	2.38	3	6	3	Yeso

MUESTRA 209/86-36-S-1

DIFRACTOGRAMA DEL RESIDUO SOLIDO



7.1.1.3.- Solares (C - 3)

Al N de Solares se ha intentado localizar un antiguo indicio de yeso, que como consecuencia del arrasado del terreno para explotación agrícola - ganadera, está tapado.

En este sector se observan únicamente arcillas rojas en algunas cicatrices de colapso.

Según comunicación oral hace aproximadamente 10 ó 15 años funcionaban unas tejerías en este sector fabricando materiales de construcción.

Próximo a Gajano, tomando la carretera que sale al N de Heras, aproximadamente a 2 Km se coge un camino empedrado y a 600 ó 700 m existe una antigua yesería provista de horno (queda la nave almacén muy deteriorada), 200 m al N hay una laguna sobre la zona excavada para extraer yeso. Se pueden observar arcillas rojas con láminas de yeso intercaladas. En un extremo parece apreciarse bajo el agua una bocamina. En ese punto se distinguen yesos laminados que probablemente fueron el objeto de la explotación.

La extracción, tratamiento y comercialización del yeso se abandonó, según los lugareños por la baja rentabilidad del mismo. El tiempo de inactividad oscila alrededor de los 10 años.

Según un paisano la explotación se realizó en un principio con labores a cielo abierto (ocupadas hoy

por la laguna) (Foto 2) llegando a una profundidad de 30 - 35 m, y posteriormente continuaron en el interior, llegando a descender otros 40 m. El número de empleados fue alto. Hubo también pequeñas explotaciones marginales. Asimismo se realizaron sondeos de investigación, con resultados positivos según el informante.

En el S de Solares se han reconocido varios puntos:

En la carretera de Ceceñas a Hermosa existe un afloramiento de Trias, constituido por margas rojizas con niveles centimétricos a decimétricos de calizas y/o dolomías, también aparecen intercaladas esporádicamente laminas de yeso de espesor milimétrico.

Todo este conjunto se caracteriza por la presencia masiva de intrusiones ofíticas.

En el área de San Vitores - Sobremaza, se observa un Trias eminentemente arcilloso, rojizo, con abundantes ofitas.

En la zona del Suroeste de Solares el Trias ocupa gran parte de un fondo de valle, por lo que el desarrollo de suelos hidromorfos es enorme, lo que conlleva la existencia de gran actividad agrícola y ganadera.



FOTO 2. *Antigua explotación en GAJANO al N de SOLARES*

En el área de Sobarzo, el Trias reconocido es muy arcilloso, de tonos rojizos. Al N del pueblo de Saron se ha visto y reconocido una cantera en la que se extrajo arcilla y un nivel de yeso de potencia irregular, (de 2 a más de 8 metros) y una corrida de 30 a 50 metros en la zona explotada. (Foto 3)

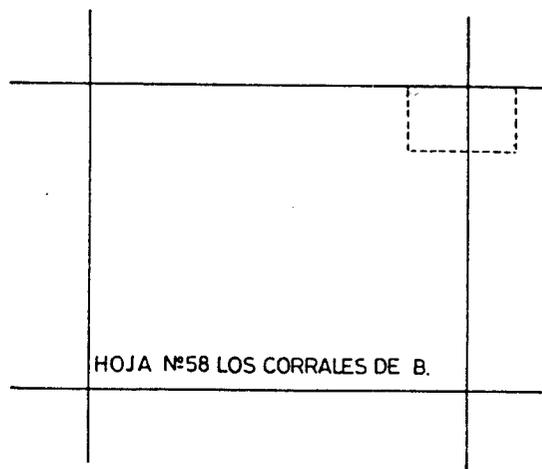
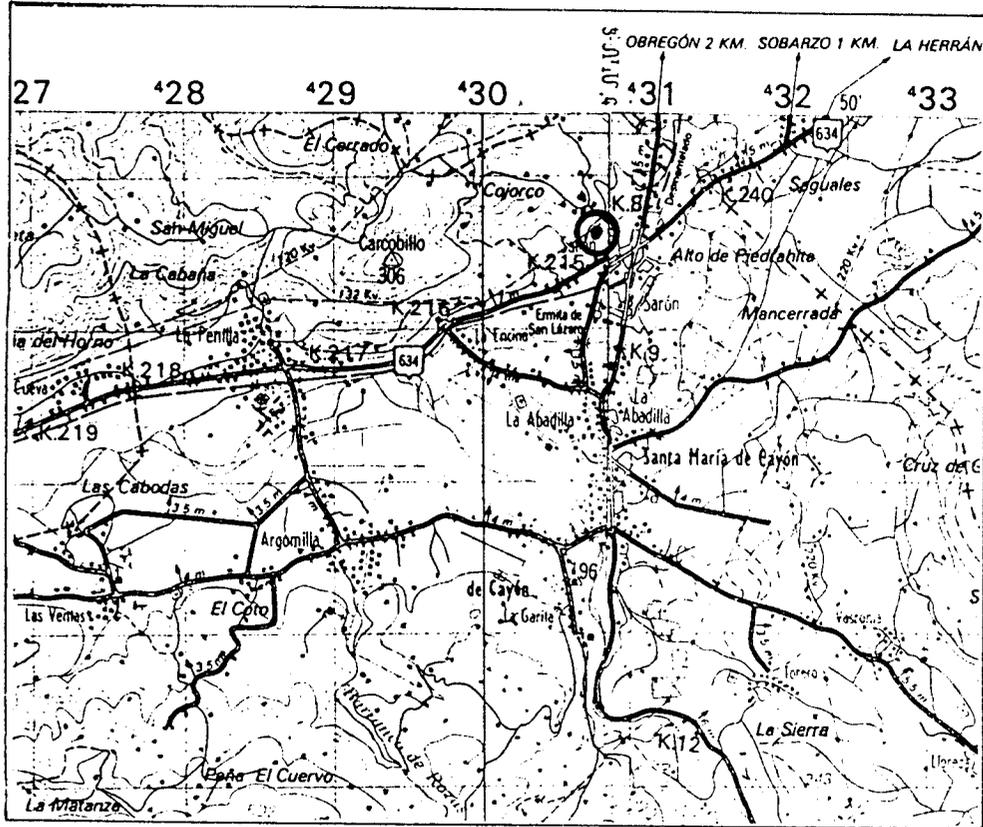
Por encima de la cantera se beneficiaron varias toneladas de yesos de otro nivel.

MUESTRA 209/86 - 58 - S - 7

Son yesos laminados, que forman un nivel (o varios) arrosariado de potencia variable entre 1 y 8 m.



FOTO 3. *Nivel de yesos en la cantera de arcillas de SARON*



HOJA Nº58 LOS CORRALES DE B.

SITUACION DE LAS MUESTRAS
209/86- 58- S-7

MUESTRA 209/86-58-S-7

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100*	Residuo insoluble	TOTAL
41.23	29.58	18.02	2.67	1.28	6.35	99.13	

RESIDUO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
1.85	0.40	0.27	1.31	2.29	0.040	0.19	

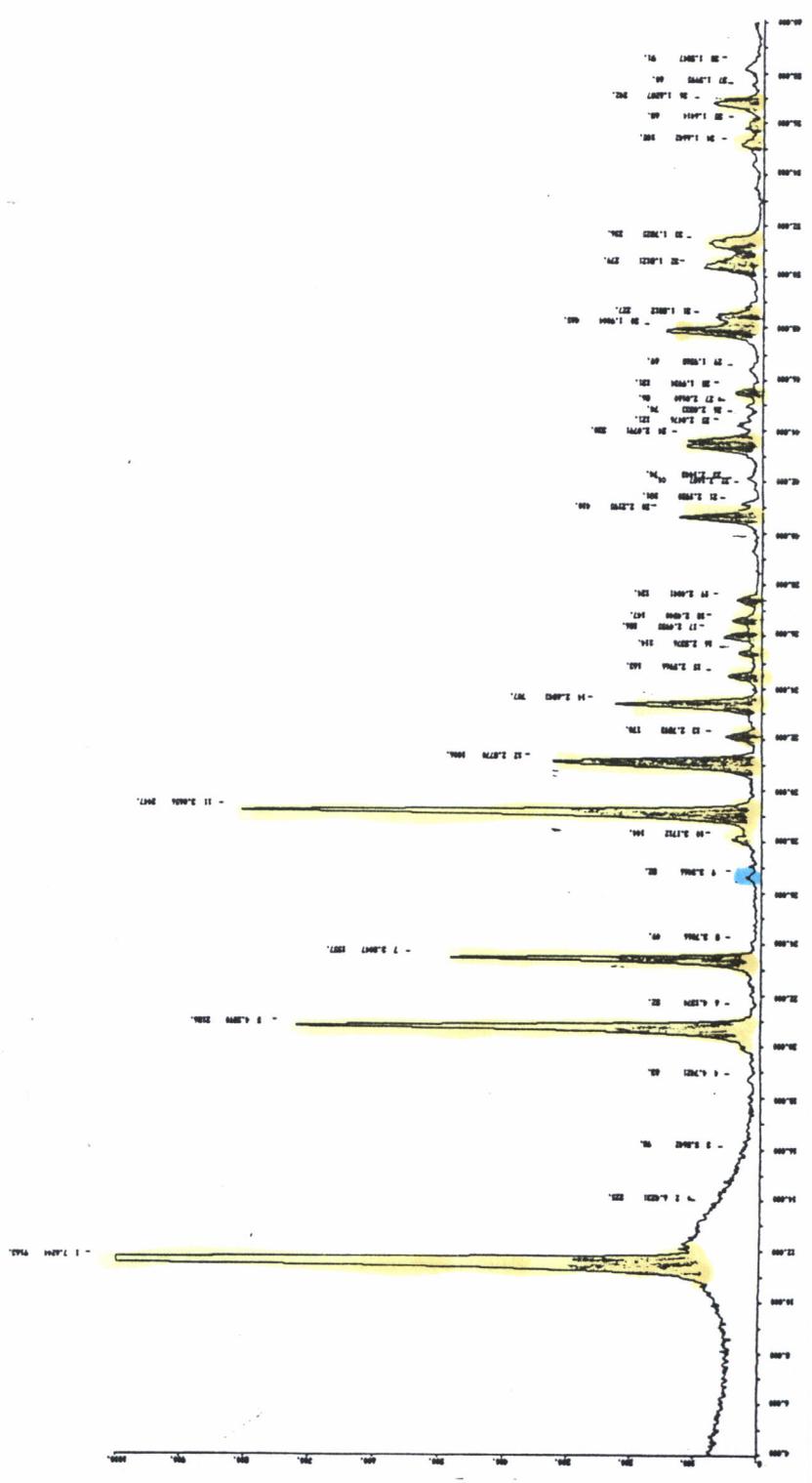
DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
88.83	5.58	3.44	1.28		

Legend	Mineral
White box	Anhidrita
Yellow box	Yeso
Blue box	Cuarzo
White box	Magnesita
White box	Illita
White box	Clorita



Model: 209/86-58-S-7
 Anodo: COBRE, Lambda: 1.5405
 Escala: 0.000 (Counts)

7.1.1.4.- Santander (C - 4)

Es una zona de escaso interés puesto que se encuentra inmersa en el casco urbano - industrial de Santander.

En el extremo NO de la zona portuaria, y frente al Museo Oceanográfico, se pueden observar entre la escollera. algunos bloques de yeso laminado que proceden del dragado del canal principal de la bahía

7.1.1.5.- Parbayón - Piélagos (C - 5)

Al SO de Santander entre Parbayón y El Astillero (Guarnizo), aparece la única explotación de yeso que se mantiene activa en toda la Comunidad de Cantabria. La labor minera consiste en una cantera de 80 x 40 metros y 30 de profundidad, presentando al fondo una explotación en cámaras y pilares, que a la vez se utiliza como almacén del material extraído. La dirección general de la explotación es NE - SO. (Fotos 4 y 5).

El yeso se presenta laminado y masivo, con tonos variables entre claros y oscuros, presentándose en la parte alta intercalado entre arcillas rojas. En la zona explotada se presenta mezclado con carbonatos y arcillas formando una brecha.

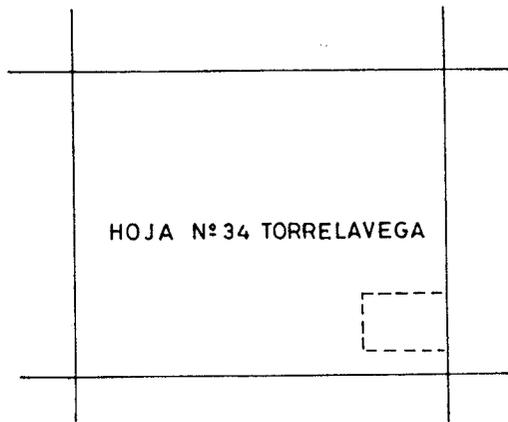
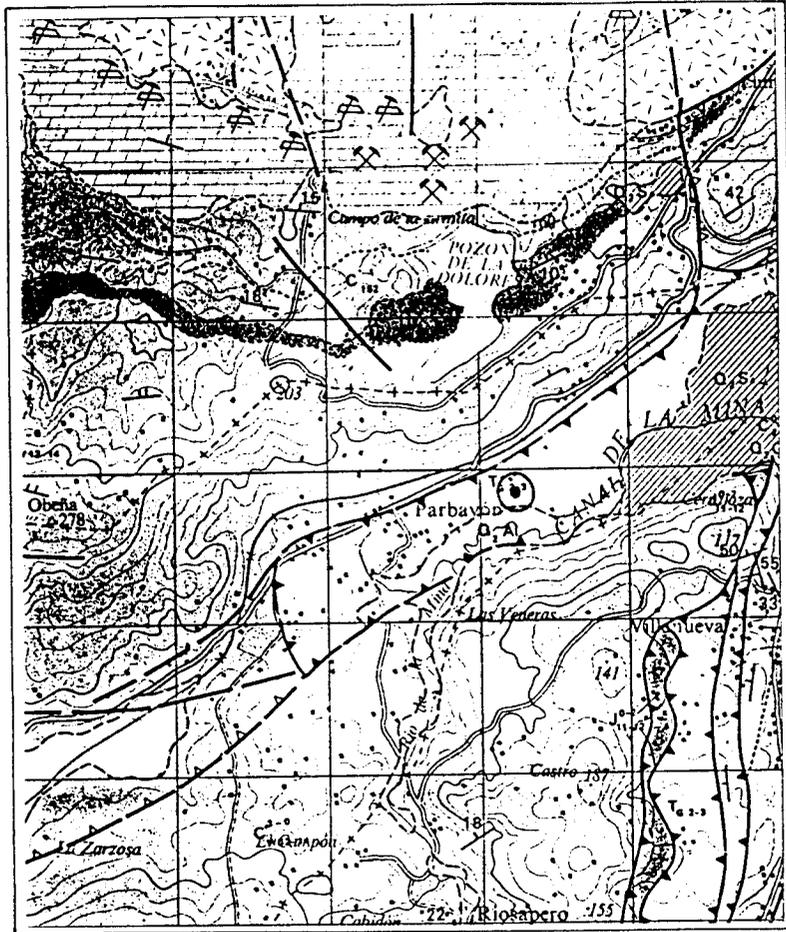
MUESTRA 209/86 - S-2



FOTO 4. *Fabrica de yesos en PARBAYON*



FOTO 5. *Cantera - mina de yeso en PARBAYON*



HOJA Nº 34 TORRELAVEGA

SITUACION DE LAS MUESTRAS

209/86-34-S-2

MUESTRA 209/86 - 34 - S-2

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
44.02	31.08	18.98	0.72	1.23	3.52	99.55	

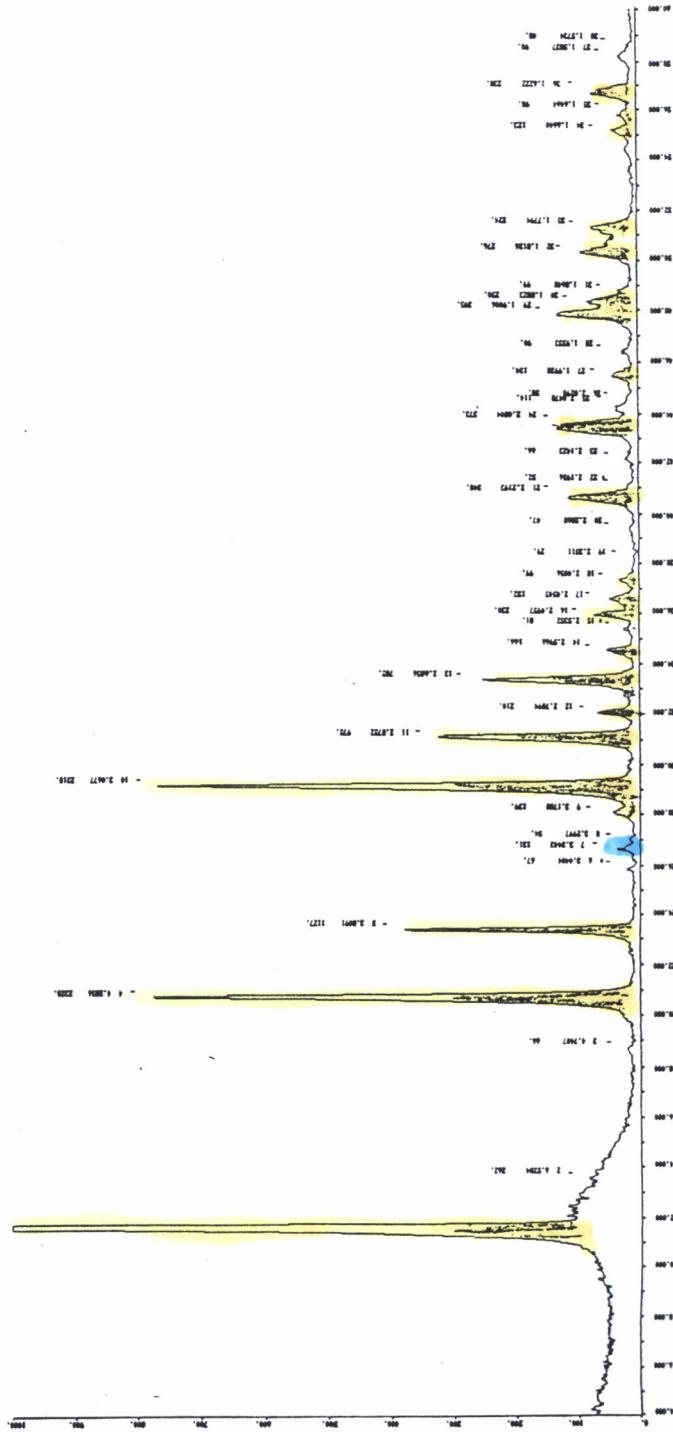
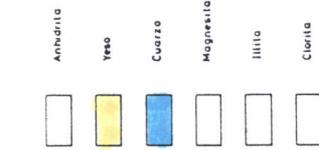
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
1.55	0.34	0.26	0.70	0.50	0.040	0.13

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
94.08	150	2.74	1.23		



Proced: COMET, Lambda: 1.5405
 Muestra: 209/86 - 34 - S-2

7.1.1.6.- Santibañez - Villacarriedo (C - 6)

Zona extremadamente recubierta por pastos, el Trias ocupa en este área los fondos de valle. El indicio de yeso inventariado no ha sido detectado, pues al igual que en otros el terreno se allanó para el aprovechamiento de pastos y otras materias agrícolas.

7.1.1.7.- Torrelavega - Polanco (C - 7)

Hay dos afloramientos aparentemente desconectados entre sí. Uno está situado al Sur de Torrelavega, fundamentalmente arcilloso rojizo que puede ser presumiblemente la continuación lateral del gran afloramiento de Cabezón de la Sal. El otro alberga las minas de sal de Polanco (Solvay).

En el área de Polanco, aproximadamente en unos 2 Km², hay gran cantidad de sondeos para obtención de sal ubicados en Trias, la mayoría instalados con bombas y conectados a una red de tuberías que van a parar a una planta de tratamiento de salmueras (el proceso de extracción es conocido, por lo que no hace falta entrar en detalles). La zona está, al igual que otras, muy recubierta de vegetación, observándose en algunos taludes lutitas rojizas. En las inmediaciones de Polanco, hay una laguna artificial (antigua cantera) donde se debió extraer el material salino.

En IGME(1.985) "Potencial básico de sales y silvinita en Cantabria" se hace una descripción más extensa de esta área, presentando datos de sondeos y geofísica.

Mapa geológico del Keuper del Diapiro de Poza de la Sal a partir de P.M. Hempel (1963) con algunas modificaciones

0 500 m.

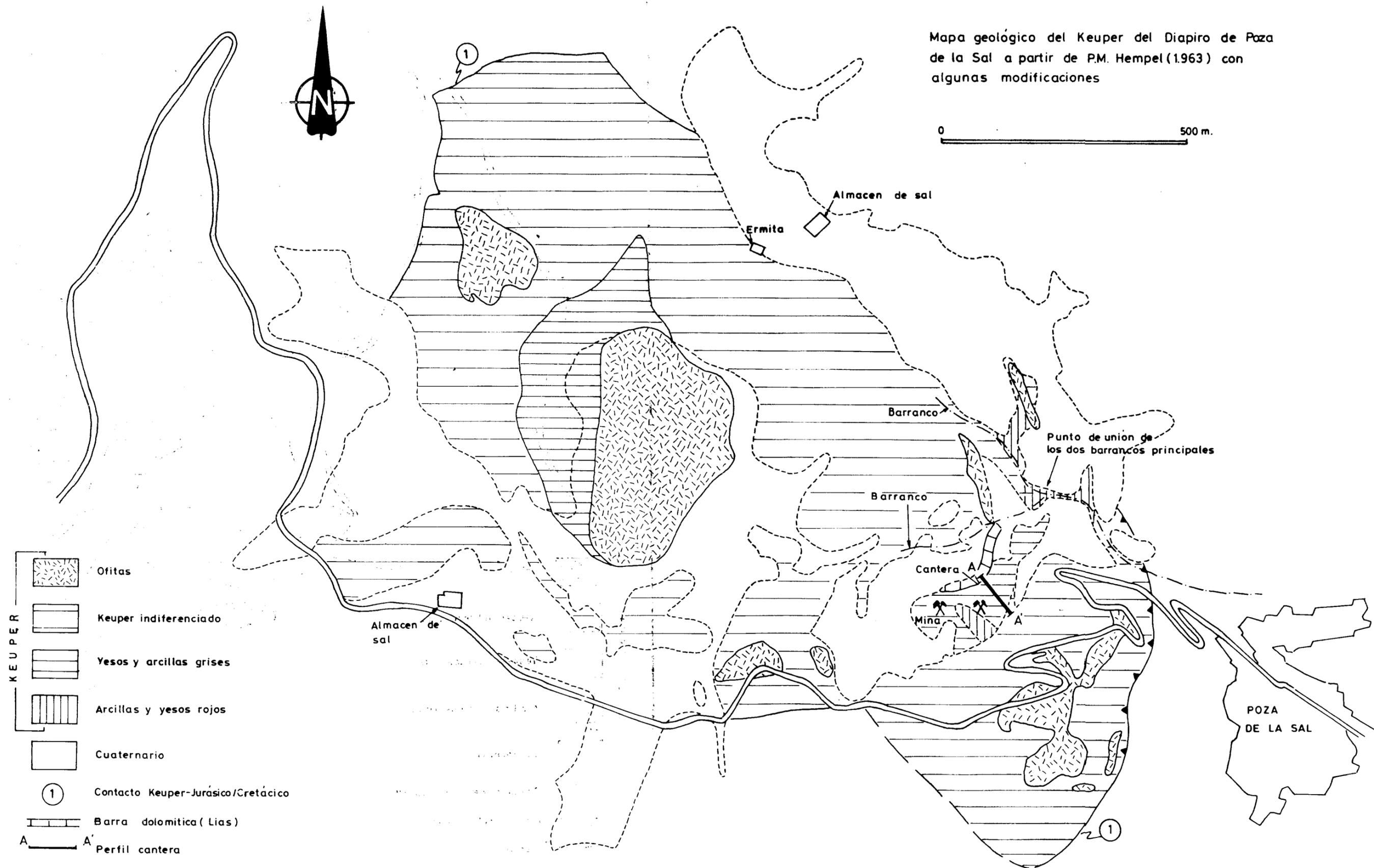


FIGURA 3

SERIE ESTRATIGRAFICA DE DETALLE DE LA CANTERA
POZA DE LA SAL

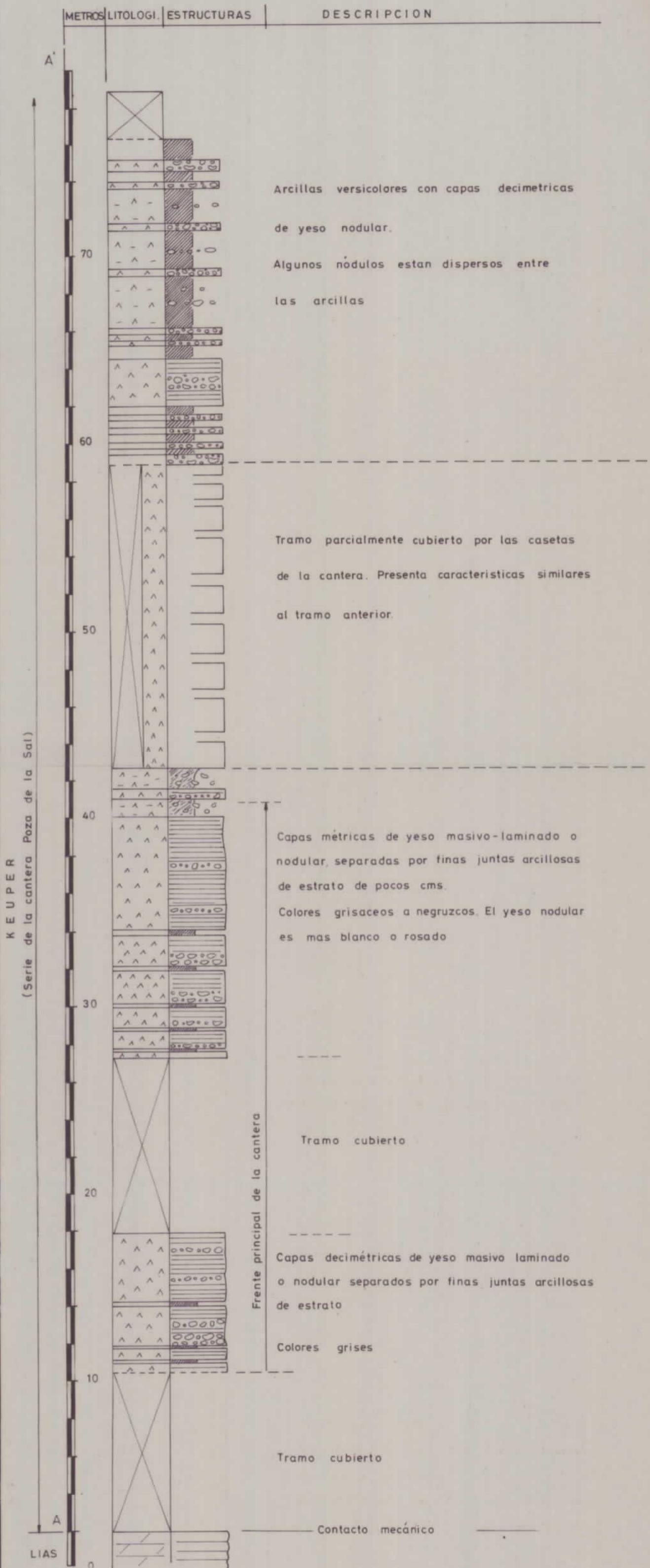


FIGURA 4

7.1.1.8.- Cabezón de la Sal (C - 8)

Se han reconocido 4 afloramientos en las inmediaciones de Cabezón de la Sal.

- **Afloramiento situado entre Carrejo y Santibañez (Sur de Cabezón de la Sal).** El Trias lo constituye una secuencia detrítica formada por arcillas rojizas y claras alternantes con areniscas muy micáceas de tonos violáceos. La zona en sí está muy recubierta de vegetación. No apreciándose nada de yeso ni siquiera en desmontes efectuados para edificar.

- Se ha visitado el indicio de yeso situado en las cercanías de **Mazcuerras (Suroeste de Cabezón de la Sal)**, pero se encuentra cubierto al igual que otros reseñados anteriormente, la vegetación impide reconocer las facies existentes en esta zona, si bien más al Sur se ha detectado una potente serie detrítica triásica en facies Buntsandstein.

- **En las carreteras de Oviedo y de Comillas, al Oeste de Cabezón de la Sal** hay varios afloramientos. En el primero de ellos se reconocen, casi en su totalidad, arcillas rojas con pasadas milimétricas de yeso. En el segundo existen arcillas con intercalaciones de areniscas de tonos rojizo - violáceos.

- En el afloramiento situado entre Villanueva de la Peña y Herrera de Ibio (Este de Cabezón de la Sal), el Trias que se observa en la trinchera de la carretera es fundamentalmente arcilloso rojizo con algunas pasadas arenosas.

7.1.1.9.- Carretera Torrelavega - Reinos, (La Serna)

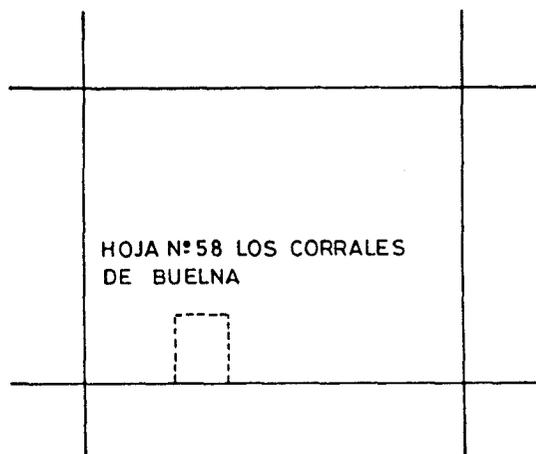
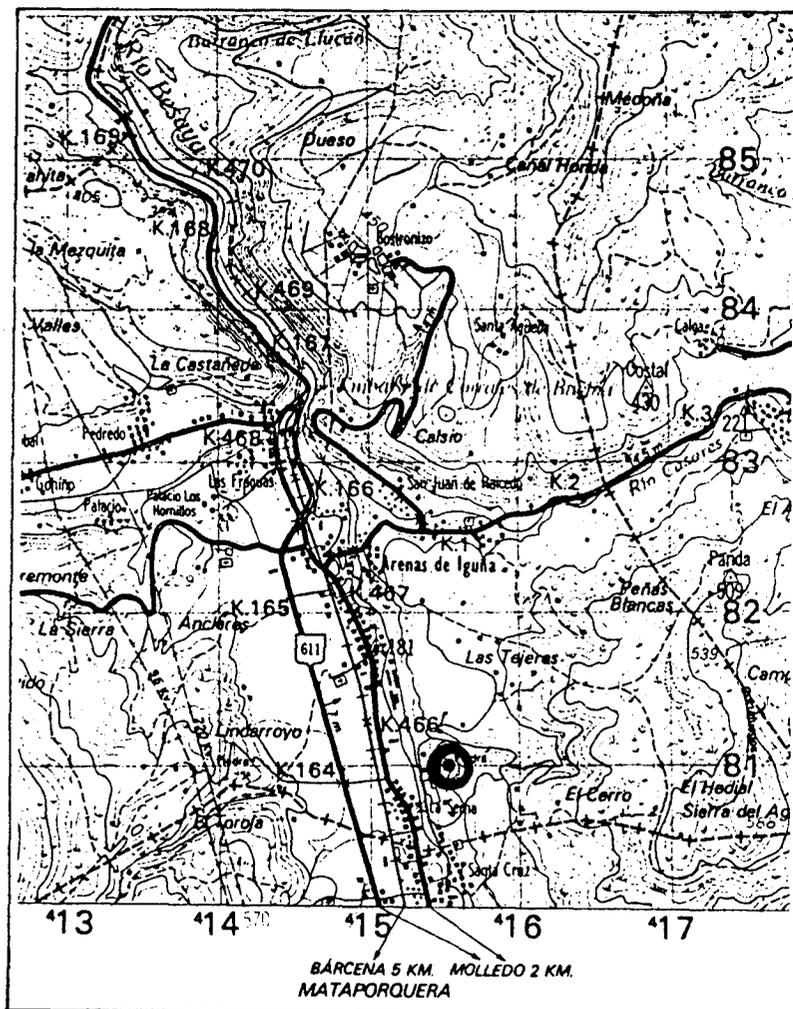
(C-9)

En este punto existe una cantera abandonada, donde el yeso con tonalidades blancas y negras, se presenta masivo y laminado, intercalado en una serie arcillosa rojiza y grisácea.

Las labores abandonadas desde hace varios años, consisten en una pequeña cantera continuada en dos galerías que explotaron yeso y daban entrada a una zona de cámaras, y una pequeña labor muy antigua en la localidad de Silió.

Se explotaron entre 30 - 40 x 10^m Tm de material yesífero y los hornos estaban a pie de la cantera. (Ver apartado 9).

MUESTRA 209/86 - 58 - S - 3



HOJA N°58 LOS CORRALES
DE BUELNA

SITUACION DE LAS MUESTRAS

209 / 86-58-S-3

MUESTRA 209/86-58-S-3

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
	44,48	31,67	19,50	0,54	0,89	1,44	98,52

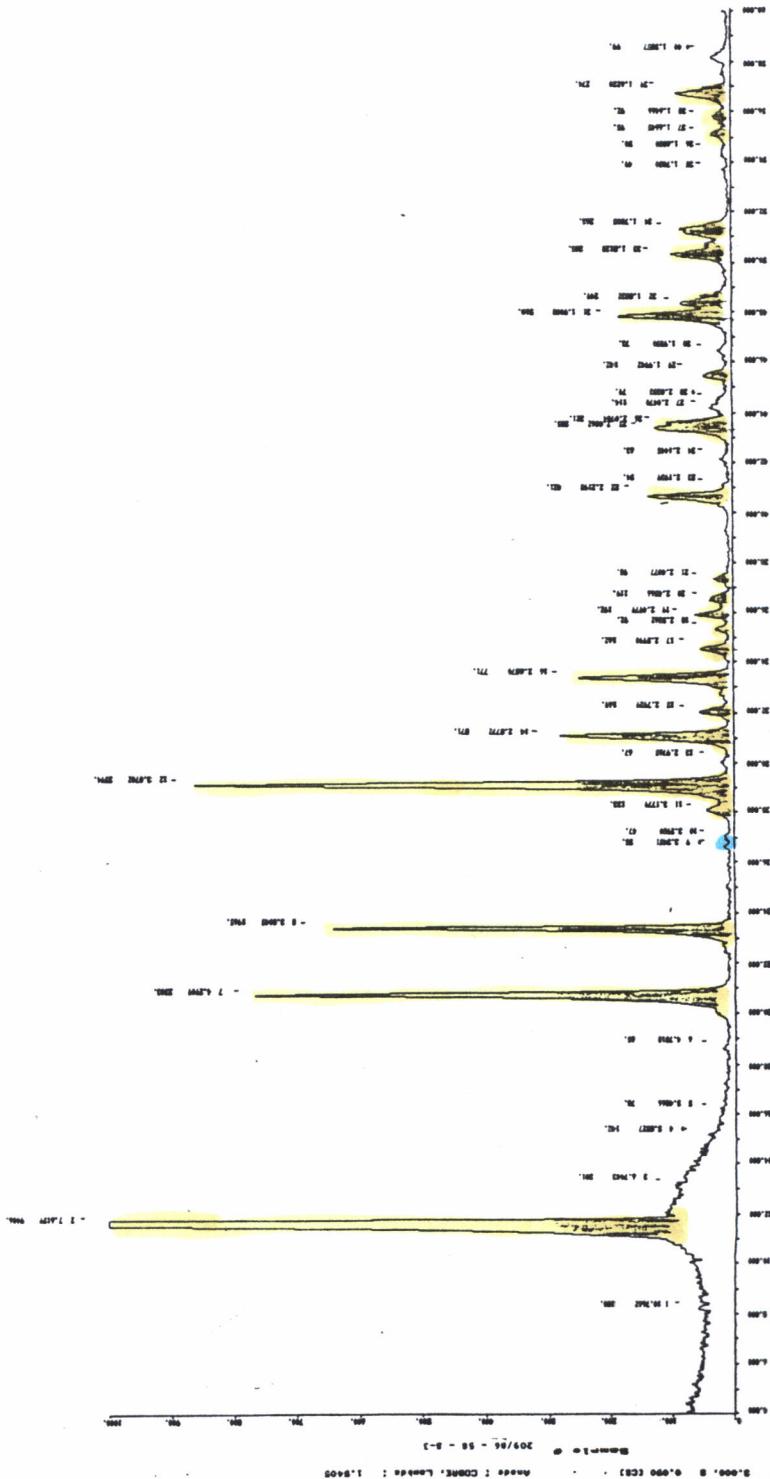
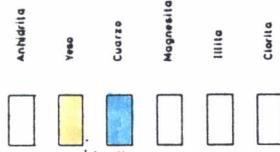
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
0,7	<0,1	0,45	0,020	0,04

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
95,65	---	1,12	---	0,86	0,89



Muestra: 209/86-58-S-3
 Anodo: COBRE, Lambda: 1,5405
 2-theta: 5.000 - 60.000

7.1.1.10.- Reinosa (C - 10)

Inmediaciones de Reinosa. Carretera que va de dicha localidad a Torrelavega y en el pueblo de Cañeda, el Trias está constituido por una alternancia de arcillas rojo - verdosas con intercalaciones de yeso blanco, éste parece detrítico; producto, probablemente, del desmantelamiento de capas de yeso formadas por precipitación química.

MUESTRA 209/86 - 83 S - 4

Al E de Reinosa en la Carretera que va de Ozales a Villapaderne, a 800 m al Norte de Orzales hay una canterita. Existe un paquete de yeso negro laminado de unos 5 m de espesor, intercalado entre unas margas rojizas. (Fotos 6 y 7)

MUESTRA 209/86 - 83 - S - 5

En esta zona los niveles calcáreos están muy desarrollados, e incluso se explotan varias canteras.

Al Oeste de Reinosa se han verificado varios afloramientos, todos ellos fundamentalmente carbonatados y desconectados cartográficamente entre sí, por el aluvial - coluvial (fondo de valle) del Rio Ebro. Así por ejemplo en Miña y Fontibre, el Trias lo constituyen dolomías y/o calizas explotadas canterilmente.



FOTO 6. *Cantera de yeso en ORZALES*



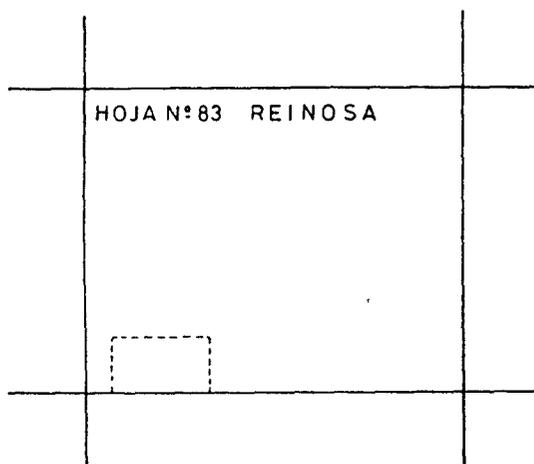
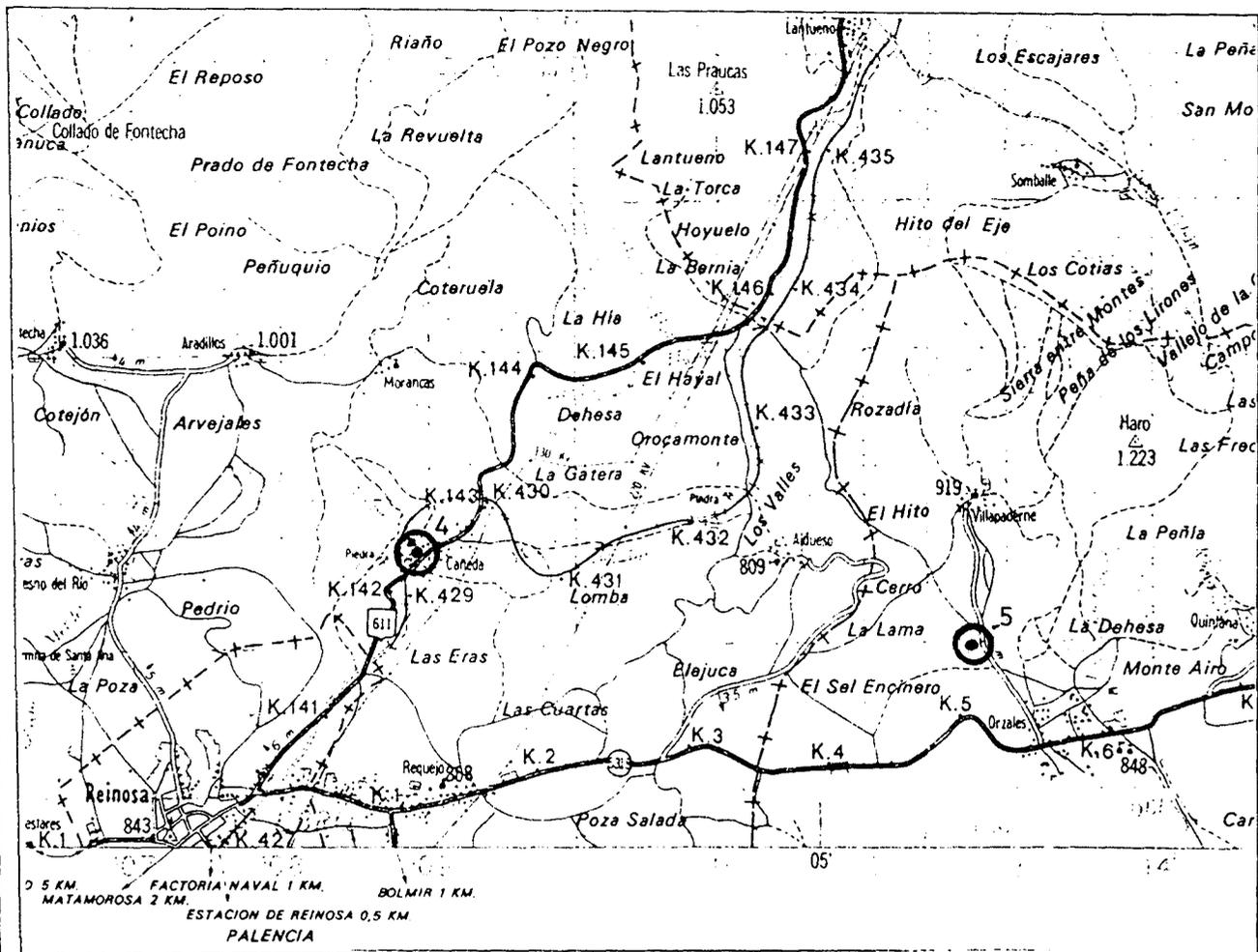
FOTO 7. *Detalle del nivel yesífero de la cantera de ORZALES*

En Espinilla y Villar, los cerros testigo que quedan entre el Cuaternario están formados por niveles calcáreos.

Al SO de Reinosa y Norte de la localidad de Izara a 2 km, se encuentra una explotación antigua sobre un paquete de yesos laminados, de tonos claros y oscuros, y masivos en una secuencia donde se intercalan margas en niveles centimétricos. La labor es una cantera con una galería que sigue la dirección de las capas. El paquete de yesos supera los 20 m de potencia y aflora mediante un cerro testigo de un par de cientos de metros cuadrados, en medio de una llanura cubierta de pastos. El área de Reinosa está formada en su mayor parte, por materiales triásicos en facies carbonatadas, probablemente Muschelkalk, donde la alineación Reinosa - Miña - Fontibre constituye el flanco septentrional de una estructura sinclinal. Más al S, la localidad de Izara estaría en el flanco meridional de dicha estructura, de manera que el afloramiento salino en cuestión, ocupa el núcleo de esta estructura sinclinal.

MUESTRA 209/86 - 83 - S - 6

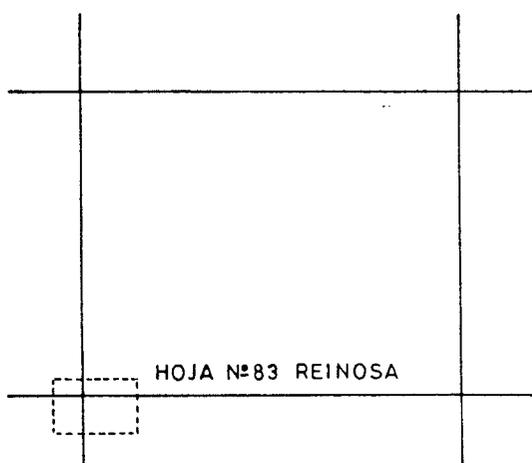
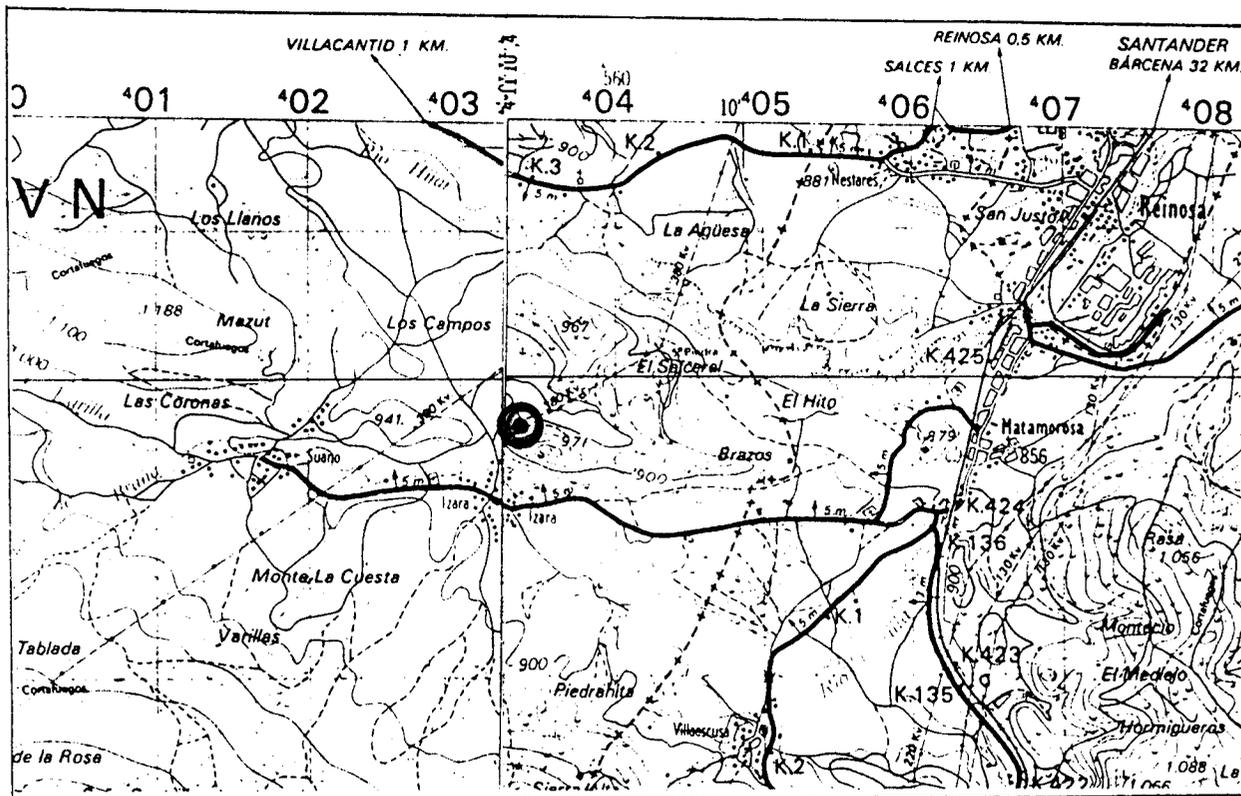
Los afloramientos existentes al S de Reinosa son fundamentalmente carbonatados, y previsiblemente conectados, tectónicamente (mediante pliegues), con los afloramientos de Trias, de posiciones más septentrionales. (Ver apartado 9).



SITUACION DE LAS MUESTRAS

209/86-83-S-4

209/86-83-S-5



SITUACION DE LAS MUESTRAS
 209/86-83-S-6

MUESTRA 209/86 - 83 - S-4

ANALISIS QUIMICO

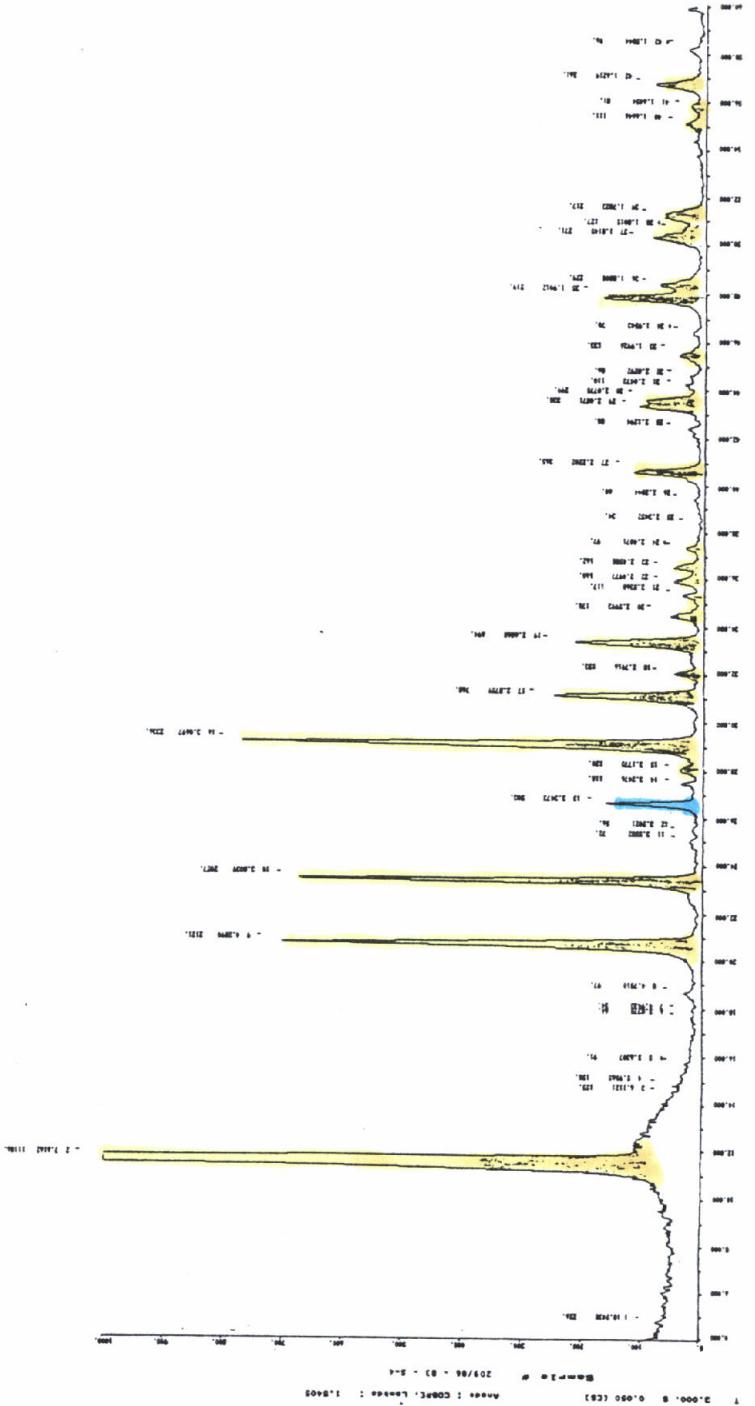
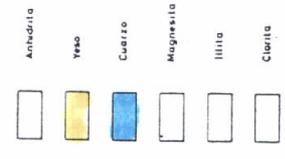
ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
	39.59	28.54	17.24	0.20	2.06	9.46	97.09
RESIDUO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
	6.73	0.83	0.33	1.17	0.16	0.030	0.21

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

MAGNESITA SILICATOS M. ORGANICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
85.37	—	0.41	—	9.25	2.06



1	3.000	0.000 [C]	9.25	9.25
2	11.11	0.000 [C]	9.25	9.25
3	12.20	0.000 [C]	9.25	9.25
4	14.33	0.000 [C]	9.25	9.25
5	18.52	0.000 [C]	9.25	9.25
6	20.41	0.000 [C]	9.25	9.25
7	21.33	0.000 [C]	9.25	9.25
8	23.11	0.000 [C]	9.25	9.25
9	25.99	0.000 [C]	9.25	9.25
10	28.86	0.000 [C]	9.25	9.25
11	31.73	0.000 [C]	9.25	9.25
12	34.60	0.000 [C]	9.25	9.25
13	37.47	0.000 [C]	9.25	9.25
14	40.34	0.000 [C]	9.25	9.25
15	43.21	0.000 [C]	9.25	9.25
16	46.08	0.000 [C]	9.25	9.25
17	48.95	0.000 [C]	9.25	9.25
18	51.82	0.000 [C]	9.25	9.25
19	54.69	0.000 [C]	9.25	9.25
20	57.56	0.000 [C]	9.25	9.25
21	60.43	0.000 [C]	9.25	9.25
22	63.30	0.000 [C]	9.25	9.25
23	66.17	0.000 [C]	9.25	9.25
24	69.04	0.000 [C]	9.25	9.25
25	71.91	0.000 [C]	9.25	9.25
26	74.78	0.000 [C]	9.25	9.25
27	77.65	0.000 [C]	9.25	9.25
28	80.52	0.000 [C]	9.25	9.25
29	83.39	0.000 [C]	9.25	9.25
30	86.26	0.000 [C]	9.25	9.25
31	89.13	0.000 [C]	9.25	9.25
32	92.00	0.000 [C]	9.25	9.25
33	94.87	0.000 [C]	9.25	9.25
34	97.74	0.000 [C]	9.25	9.25
35	100.61	0.000 [C]	9.25	9.25
36	103.48	0.000 [C]	9.25	9.25
37	106.35	0.000 [C]	9.25	9.25
38	109.22	0.000 [C]	9.25	9.25
39	112.09	0.000 [C]	9.25	9.25
40	114.96	0.000 [C]	9.25	9.25
41	117.83	0.000 [C]	9.25	9.25
42	120.70	0.000 [C]	9.25	9.25
43	123.57	0.000 [C]	9.25	9.25
44	126.44	0.000 [C]	9.25	9.25
45	129.31	0.000 [C]	9.25	9.25
46	132.18	0.000 [C]	9.25	9.25
47	135.05	0.000 [C]	9.25	9.25
48	137.92	0.000 [C]	9.25	9.25
49	140.79	0.000 [C]	9.25	9.25
50	143.66	0.000 [C]	9.25	9.25
51	146.53	0.000 [C]	9.25	9.25
52	149.40	0.000 [C]	9.25	9.25
53	152.27	0.000 [C]	9.25	9.25
54	155.14	0.000 [C]	9.25	9.25
55	158.01	0.000 [C]	9.25	9.25
56	160.88	0.000 [C]	9.25	9.25
57	163.75	0.000 [C]	9.25	9.25
58	166.62	0.000 [C]	9.25	9.25
59	169.49	0.000 [C]	9.25	9.25
60	172.36	0.000 [C]	9.25	9.25
61	175.23	0.000 [C]	9.25	9.25
62	178.10	0.000 [C]	9.25	9.25
63	180.97	0.000 [C]	9.25	9.25
64	183.84	0.000 [C]	9.25	9.25
65	186.71	0.000 [C]	9.25	9.25
66	189.58	0.000 [C]	9.25	9.25
67	192.45	0.000 [C]	9.25	9.25
68	195.32	0.000 [C]	9.25	9.25
69	198.19	0.000 [C]	9.25	9.25
70	201.06	0.000 [C]	9.25	9.25
71	203.93	0.000 [C]	9.25	9.25
72	206.80	0.000 [C]	9.25	9.25
73	209.67	0.000 [C]	9.25	9.25
74	212.54	0.000 [C]	9.25	9.25
75	215.41	0.000 [C]	9.25	9.25
76	218.28	0.000 [C]	9.25	9.25
77	221.15	0.000 [C]	9.25	9.25
78	224.02	0.000 [C]	9.25	9.25
79	226.89	0.000 [C]	9.25	9.25
80	229.76	0.000 [C]	9.25	9.25
81	232.63	0.000 [C]	9.25	9.25
82	235.50	0.000 [C]	9.25	9.25
83	238.37	0.000 [C]	9.25	9.25
84	241.24	0.000 [C]	9.25	9.25
85	244.11	0.000 [C]	9.25	9.25
86	246.98	0.000 [C]	9.25	9.25
87	249.85	0.000 [C]	9.25	9.25
88	252.72	0.000 [C]	9.25	9.25
89	255.59	0.000 [C]	9.25	9.25
90	258.46	0.000 [C]	9.25	9.25
91	261.33	0.000 [C]	9.25	9.25
92	264.20	0.000 [C]	9.25	9.25
93	267.07	0.000 [C]	9.25	9.25
94	269.94	0.000 [C]	9.25	9.25
95	272.81	0.000 [C]	9.25	9.25
96	275.68	0.000 [C]	9.25	9.25
97	278.55	0.000 [C]	9.25	9.25
98	281.42	0.000 [C]	9.25	9.25
99	284.29	0.000 [C]	9.25	9.25
100	287.16	0.000 [C]	9.25	9.25
101	290.03	0.000 [C]	9.25	9.25
102	292.90	0.000 [C]	9.25	9.25
103	295.77	0.000 [C]	9.25	9.25
104	298.64	0.000 [C]	9.25	9.25
105	301.51	0.000 [C]	9.25	9.25
106	304.38	0.000 [C]	9.25	9.25
107	307.25	0.000 [C]	9.25	9.25
108	310.12	0.000 [C]	9.25	9.25
109	312.99	0.000 [C]	9.25	9.25
110	315.86	0.000 [C]	9.25	9.25
111	318.73	0.000 [C]	9.25	9.25
112	321.60	0.000 [C]	9.25	9.25
113	324.47	0.000 [C]	9.25	9.25
114	327.34	0.000 [C]	9.25	9.25
115	330.21	0.000 [C]	9.25	9.25
116	333.08	0.000 [C]	9.25	9.25
117	335.95	0.000 [C]	9.25	9.25
118	338.82	0.000 [C]	9.25	9.25
119	341.69	0.000 [C]	9.25	9.25
120	344.56	0.000 [C]	9.25	9.25
121	347.43	0.000 [C]	9.25	9.25
122	350.30	0.000 [C]	9.25	9.25
123	353.17	0.000 [C]	9.25	9.25
124	356.04	0.000 [C]	9.25	9.25
125	358.91	0.000 [C]	9.25	9.25
126	361.78	0.000 [C]	9.25	9.25
127	364.65	0.000 [C]	9.25	9.25
128	367.52	0.000 [C]	9.25	9.25
129	370.39	0.000 [C]	9.25	9.25
130	373.26	0.000 [C]	9.25	9.25
131	376.13	0.000 [C]	9.25	9.25
132	379.00	0.000 [C]	9.25	9.25
133	381.87	0.000 [C]	9.25	9.25
134	384.74	0.000 [C]	9.25	9.25
135	387.61	0.000 [C]	9.25	9.25
136	390.48	0.000 [C]	9.25	9.25
137	393.35	0.000 [C]	9.25	9.25
138	396.22	0.000 [C]	9.25	9.25
139	399.09	0.000 [C]	9.25	9.25
140	401.96	0.000 [C]	9.25	9.25
141	404.83	0.000 [C]	9.25	9.25
142	407.70	0.000 [C]	9.25	9.25
143	410.57	0.000 [C]	9.25	9.25
144	413.44	0.000 [C]	9.25	9.25
145	416.31	0.000 [C]	9.25	9.25
146	419.18	0.000 [C]	9.25	9.25
147	422.05	0.000 [C]	9.25	9.25
148	424.92	0.000 [C]	9.25	9.25
149	427.79	0.000 [C]	9.25	9.25
150	430.66	0.000 [C]	9.25	9.25
151	433.53	0.000 [C]	9.25	9.25
152	436.40	0.000 [C]	9.25	9.25
153	439.27	0.000 [C]	9.25	9.25
154	442.14	0.000 [C]	9.25	9.25
155	445.01	0.000 [C]	9.25	9.25
156	447.88	0.000 [C]	9.25	9.25
157	450.75	0.000 [C]	9.25	9.25
158	453.62	0.000 [C]	9.25	9.25
159	456.49	0.000 [C]	9.25	9.25
160	459.36	0.000 [C]	9.25	9.25
161	462.23	0.000 [C]	9.25	9.25
162	465.10	0.000 [C]	9.25	9.25
163	467.97	0.000 [C]	9.25	9.25
164	470.84	0.000 [C]	9.25	9.25
165	473.71	0.000 [C]	9.25	9.25
166	476.58	0.000 [C]	9.25	9.25
167	479.45	0.000 [C]	9.25	9.25
168	482.32	0.000 [C]	9.25	9.25
169	485.19	0.000 [C]	9.25	9.25
170	488.06	0.000 [C]	9.25	9.25
171	490.93	0.000 [C]	9.25	9.25
172	493.80	0.000 [C]	9.25	9.25
173	496.67	0.000 [C]	9.25	9.25
174	499.54	0.000 [C]	9.25	9.25
175	502.41	0.000 [C]	9.25	9.25
176	505.28	0.000 [C]	9.25	9.25
177	508.15	0.000 [C]	9.25	9.25
178	511.02	0.000 [C]	9.25	9.25
179	513.89	0.000 [C]	9.25	9.25
180	516.76	0.000 [C]	9.25	9.25
181	519.63	0.000 [C]	9.25	9.25
182	522.50	0.000 [C]	9.25	9.25
183	525.37	0.000 [C]	9.25	9.25
184	528.24	0.000 [C]	9.25	9.25
185	531.11	0.000 [C]	9.25	9.25
186	533.98	0.000 [C]	9.25	9.25
187	536.85	0.000 [C]	9.25	9.25

MUESTRA 209/86 - 83 - S-5

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
39,76	28,04	17,04	3,35	1,83	8,61	98,63	

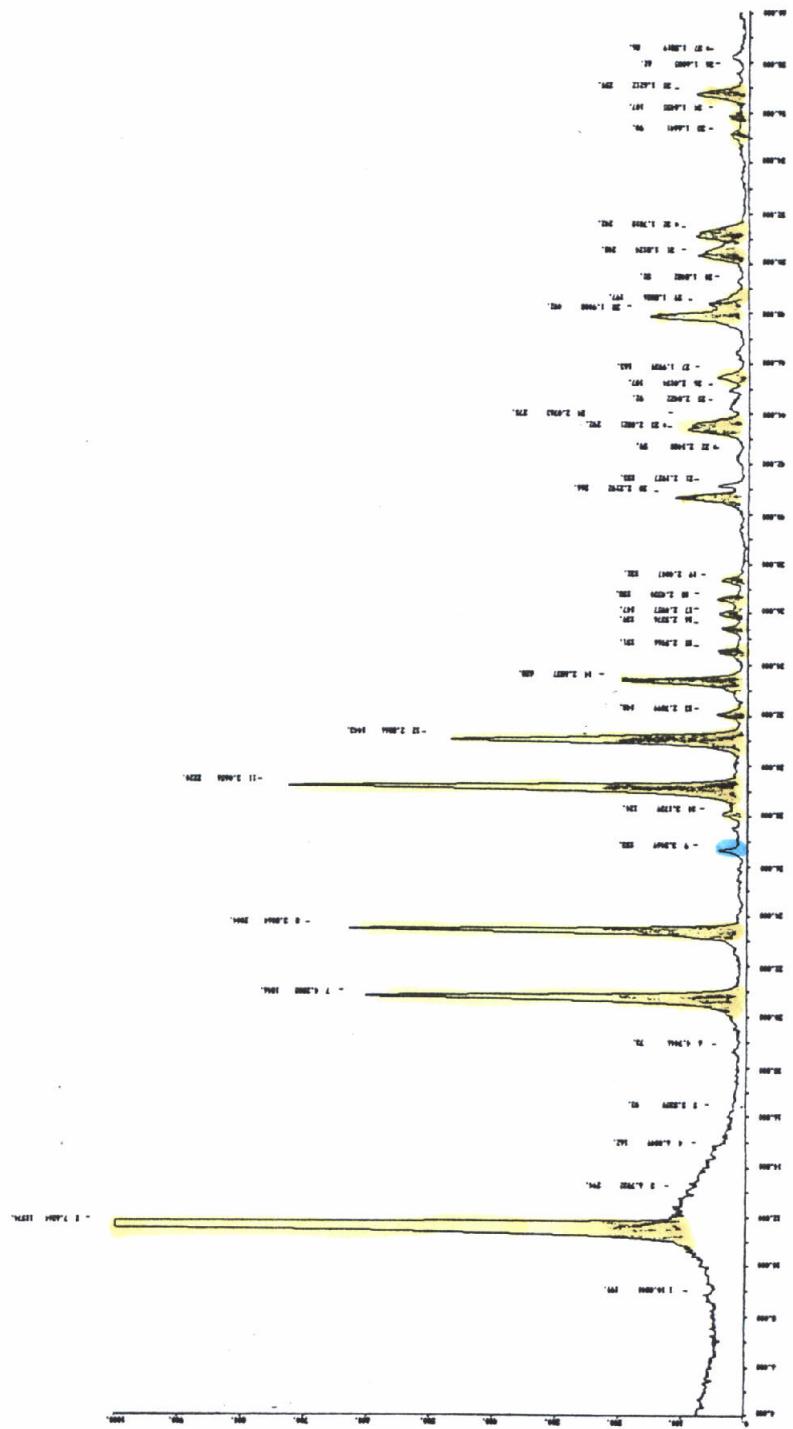
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
2,89	0,72	0,42	1,76	2,54	0,040	0,24

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
84,84	—	7,00	—	4,96	1,83



Hecho: 8 0.00 (CBI) Muestra: 209/86 - 83 - S-5

MUESTRA 209/86-83-S-6

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100:	Residuo insoluble	TOTAL
38,41	27,16	16,29	0,78	2,35	11,08	96,07	

RESIDUO

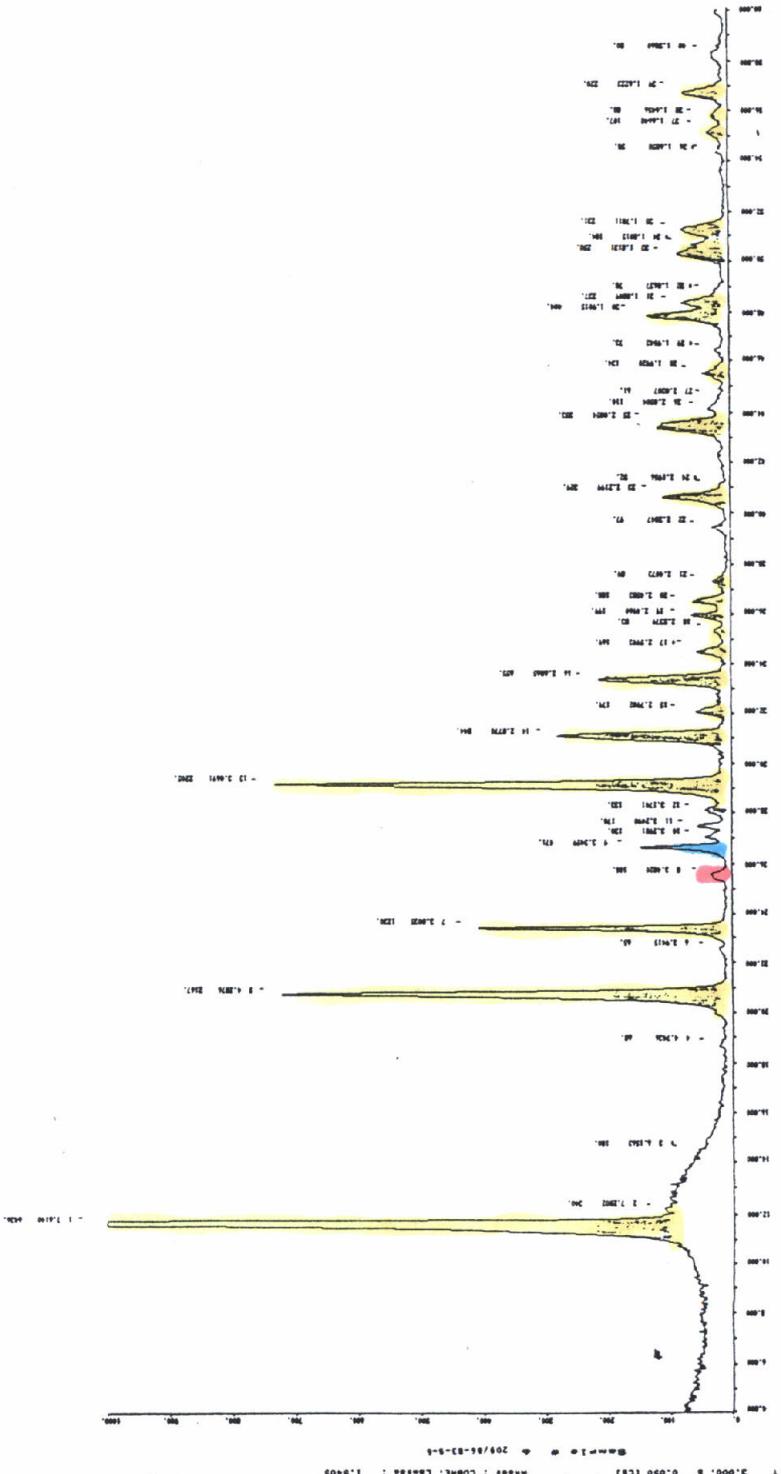
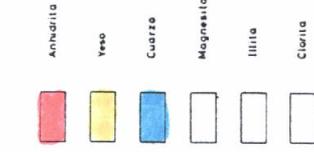
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO
7,62	1,06	0,25	0,71

CaO	Na ₂ O	K ₂ O
0,65	0,030	0,76

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

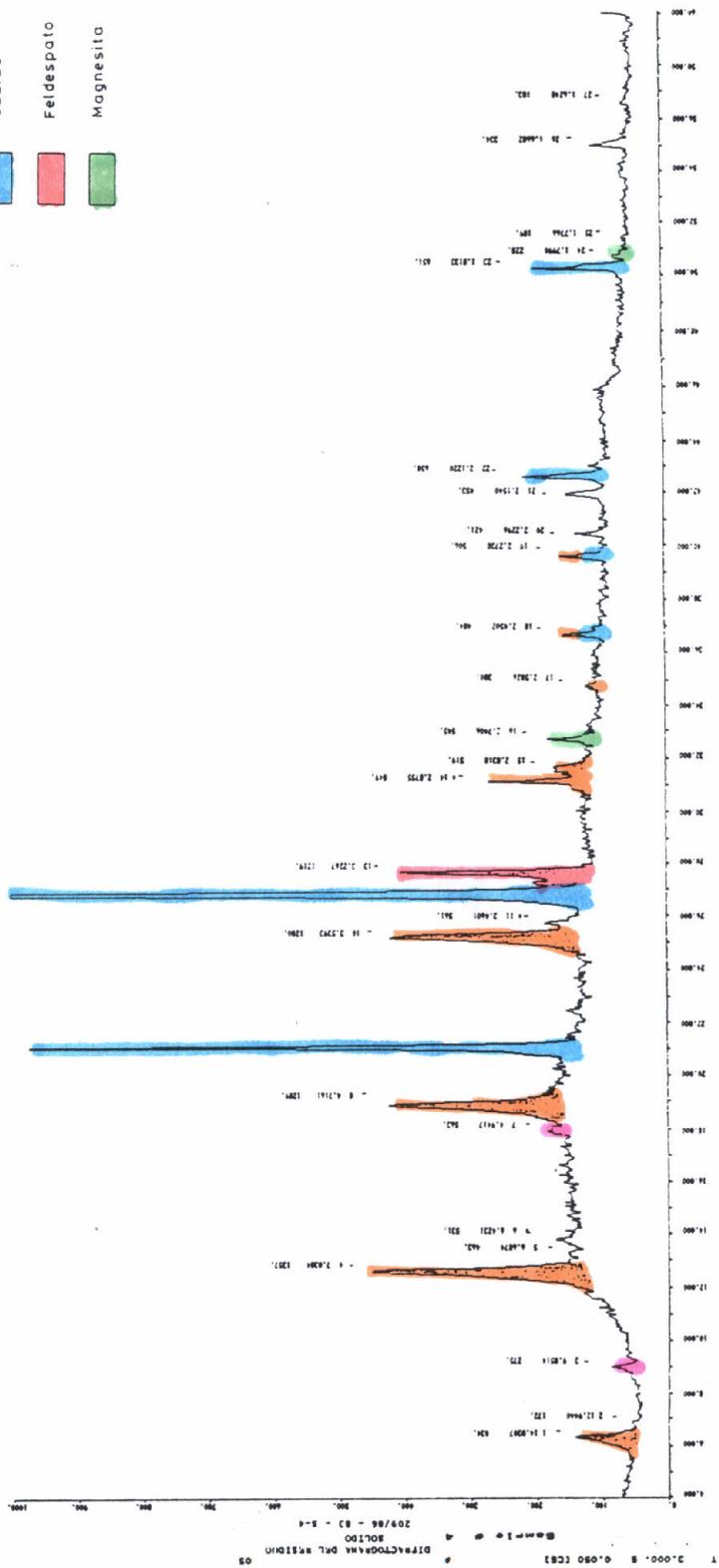
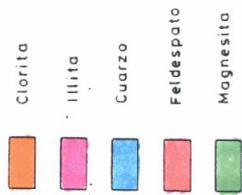
YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
81,86	1,62	10,24	2,35		



Model: 209/86-83-S-6
 Date: 20/08/86
 Time: 11:40

MUESTRA 209/86-83-S-4

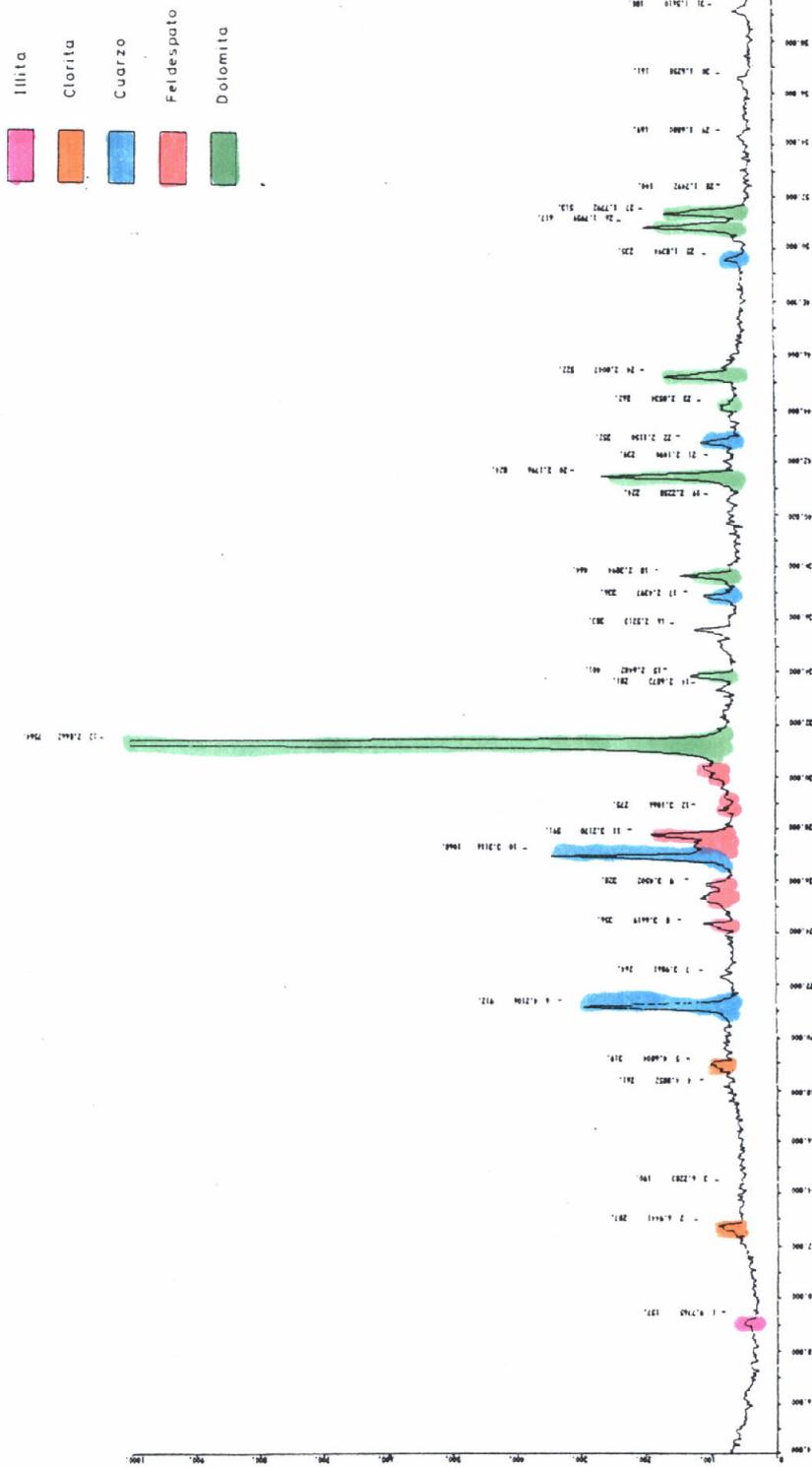
DIFRACTOGRAMA DEL RESIDUO SOLIDO



Phase	2-Theta (degrees)
Clorita	4.5
Illita	11.5
Cuarzo	12.5
Clorita	17.5
Cuarzo	20.5
Clorita	21.5
Cuarzo	22.5
Clorita	26.6
Cuarzo	27.2
Clorita	33.9
Clorita	34.5
Clorita	35.5
Clorita	36.5
Clorita	37.5
Clorita	38.5
Clorita	39.5
Clorita	40.5
Clorita	41.5
Clorita	42.5
Clorita	43.5
Clorita	44.5
Clorita	45.5
Clorita	46.5
Clorita	47.5
Clorita	48.5
Clorita	49.5
Clorita	50.5
Clorita	51.5
Clorita	52.5
Clorita	53.5
Clorita	54.5
Clorita	55.5
Clorita	56.5
Clorita	57.5
Clorita	58.5
Clorita	59.5
Clorita	60.5
Clorita	61.5
Clorita	62.5
Clorita	63.5
Clorita	64.5
Clorita	65.5
Clorita	66.5
Clorita	67.5
Clorita	68.5
Clorita	69.5
Clorita	70.5
Clorita	71.5
Clorita	72.5
Clorita	73.5
Clorita	74.5
Clorita	75.5
Clorita	76.5
Clorita	77.5
Clorita	78.5
Clorita	79.5
Clorita	80.5
Clorita	81.5
Clorita	82.5
Clorita	83.5
Clorita	84.5
Clorita	85.5
Clorita	86.5
Clorita	87.5
Clorita	88.5
Clorita	89.5
Clorita	90.5

MUESTRA 209/86-83-S-5

DIFRACTOGRAMA DEL RESIDUO SOLIDO



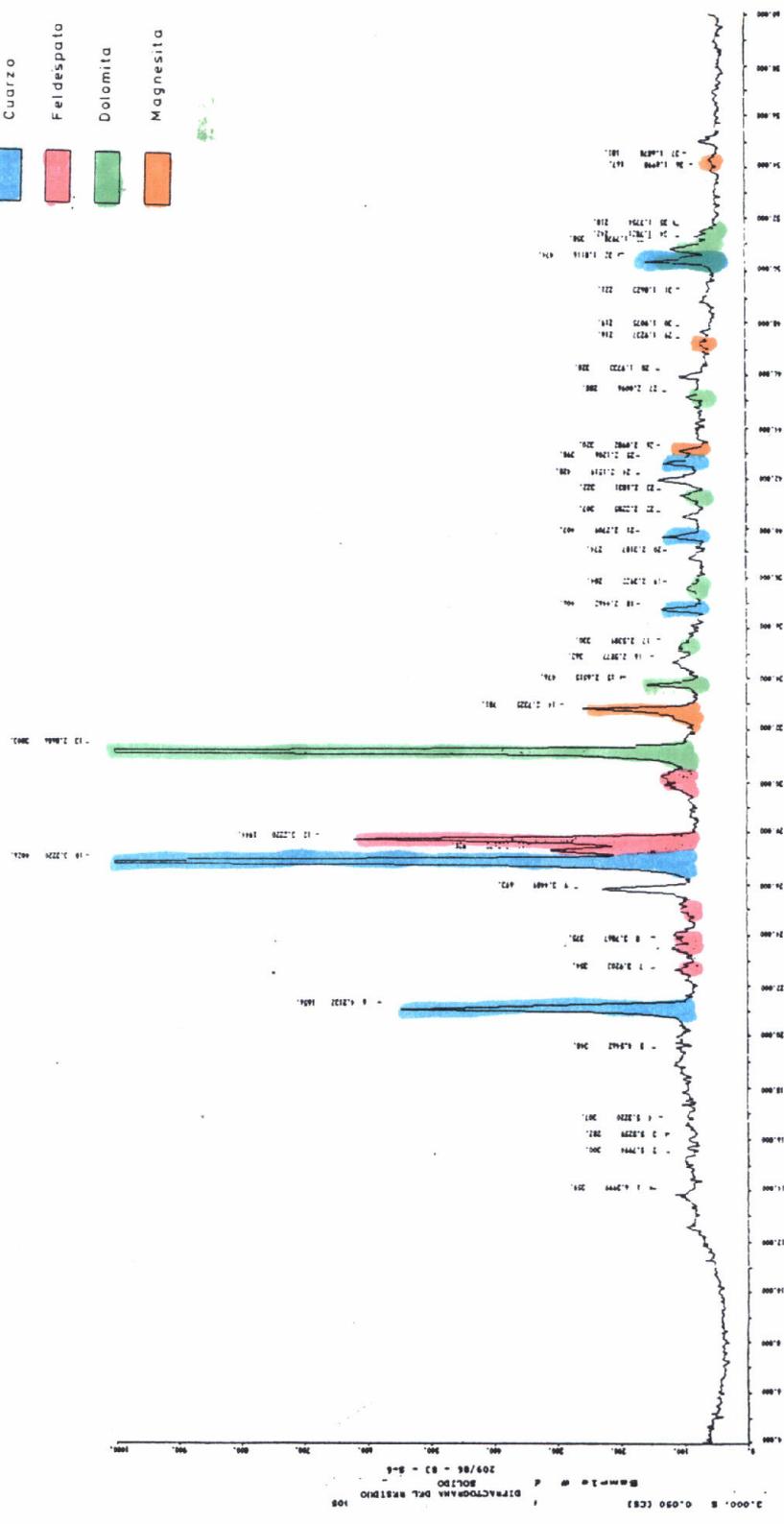
2θ	d (Å)
11.73	7.61
10.35	8.60
14.88	6.01
20.05	4.46
22.15	4.03
25.98	3.42
26.63	3.34
27.08	3.28
27.70	3.20
28.71	3.06
29.13	2.99
29.57	2.93
30.00	2.87
30.42	2.81
30.85	2.75
31.27	2.69
31.70	2.63
32.12	2.57
32.55	2.51
32.97	2.45
33.40	2.39
33.82	2.33
34.25	2.27
34.67	2.21
35.10	2.15
35.52	2.09
35.95	2.03
36.37	1.97
36.80	1.91
37.22	1.85
37.65	1.79
38.07	1.73
38.50	1.67
38.92	1.61
39.35	1.55
39.77	1.49
40.20	1.43
40.62	1.37
41.05	1.31
41.47	1.25
41.90	1.19
42.32	1.13
42.75	1.07
43.17	1.01
43.60	0.95
44.02	0.89
44.45	0.83
44.87	0.77
45.30	0.71
45.72	0.65
46.15	0.59
46.57	0.53
47.00	0.47
47.42	0.41
47.85	0.35
48.27	0.29
48.70	0.23
49.12	0.17
49.55	0.11
50.00	0.05

2-THETA	INTENSITY
1.000	1000
1.500	1000
2.000	1000
2.500	1000
3.000	1000
3.500	1000
4.000	1000
4.500	1000
5.000	1000
5.500	1000
6.000	1000
6.500	1000
7.000	1000
7.500	1000
8.000	1000
8.500	1000
9.000	1000
9.500	1000
10.000	1000
10.500	1000
11.000	1000
11.500	1000
12.000	1000
12.500	1000
13.000	1000
13.500	1000
14.000	1000
14.500	1000
15.000	1000
15.500	1000
16.000	1000
16.500	1000
17.000	1000
17.500	1000
18.000	1000
18.500	1000
19.000	1000
19.500	1000
20.000	1000
20.500	1000
21.000	1000
21.500	1000
22.000	1000
22.500	1000
23.000	1000
23.500	1000
24.000	1000
24.500	1000
25.000	1000
25.500	1000
26.000	1000
26.500	1000
27.000	1000
27.500	1000
28.000	1000
28.500	1000
29.000	1000
29.500	1000
30.000	1000
30.500	1000
31.000	1000
31.500	1000
32.000	1000
32.500	1000
33.000	1000
33.500	1000
34.000	1000
34.500	1000
35.000	1000
35.500	1000
36.000	1000
36.500	1000
37.000	1000
37.500	1000
38.000	1000
38.500	1000
39.000	1000
39.500	1000
40.000	1000
40.500	1000
41.000	1000
41.500	1000
42.000	1000
42.500	1000
43.000	1000
43.500	1000
44.000	1000
44.500	1000
45.000	1000
45.500	1000
46.000	1000
46.500	1000
47.000	1000
47.500	1000
48.000	1000
48.500	1000
49.000	1000
49.500	1000
50.000	1000

DIFRACTOGRAMA DEL RESIDUO SOLIDO

MUESTRA 209/86-83-S-6

- Cuarzo
- Feldespato
- Dolomita
- Magnesita



1 2.000 8 0.050 (C8) DIFRACTOGRAMA DEL RESIDUO SOLIDO 209/86-83-S-6

7.2.- EL TRIAS KEUPER EN EL PAIS VASCO

Al igual que los descritos en Cantabria aparecen varios tipos de afloramientos:

- a) Afloramientos marginales del macizo de Cinco Villas.
- b) Afloramientos de emplazamiento tectónico.
- c) Afloramientos de emplazamiento mixto, tectónico diapírico.
- d) Diapiros.

A expensas de los afloramientos marginales de Cinco Villas, si se establece una división en el cabalgamiento de Bilbao - Durango - Mondragón, los afloramientos que quedan al sur serían de Tipo "d" a excepción de los de la Sima de Cantabria, que juntamente con los del Norte pertenecerían a los Tipos "b" y "c".

Destacan con carácter mixto el Trias de Guernica y de Billabona, que afloran en el núcleo de una estructura anticlinal, en una zona de intersección anticlinal NNO - ESE y N 40°, que deben de coincidir con fracturas activas de zócalo.

En la parte central de la Ria de Guernica está ligeramente removido, siendo la halocinesis posterior a la distensión tectónica. En la prolongación hacia el O de este accidente se encuentran los afloramientos de Munguia - Urduliz - Sopelana y hacia el E el Keuper de

Bermeo y Aulestia, que enlazan con los de Azpeitia - Tolosa y quizá Alegría.

En la zona de Villabona es posible que tras un primer emplazamiento a partir de esfuerzos dirigidos, el Trias haya ascendido de forma halocinética.

Los afloramientos de Bermeo y Baquio se emplazan en el núcleo de sendos anticlinales de eje NE - SO probablemente de forma mixta (ascenso a través de fracturas)

Los afloramientos de Ibaranguelua y Laga se localizan en fracturas N - S que se unen al N de Guernica.

Los pequeños afloramientos de Motrico y Aya se emplazan tectónicamente.

Los afloramientos de Trias Keuper más notables son los que ofrecen las estructuras diapíricas de Orduña, Salinas de Añana, Murgía y Maestu.

Algunos autores han citado la presencia de triásicos no aflorantes.

Los materiales que integran el Trias Keuper en el País Vasco son similares a los descritos en Cantabria, arcillas abigarradas, ofitas y ocasionalmente brechas. Los yesos se presentan como masas irregulares y/o filoncillos intercalados con las arcillas.

En la actualidad no existe ninguna explotación activa, no obstante hay constancia de algunas, muy importantes, como las de Orduña, y otras de reducido tamaño en Bermeo, Ibaranguelua, Munguia y Urduliz (en BIZKAIA), Aduna, Alegría (y numerosos registros más en GUIPUZCOA), Salinas de Añana y Murguía en Alava.

7.2.1.- Descripción de los afloramientos

7.2.1.1.- Orduña (V - 1)

Los afloramientos triásicos en el diapiro de Orduña son escasos; están prácticamente limitados a los indicios de yeso y algunos cortes de arroyos. Existen tres puntos de observación principales.

El primero se sitúa al **N de Orduña**, en la zona de La Muera, consiste en un socavón de unos 50 m de diámetro producido por colapso (Fotos 8 y 9). En la pared N afloran facies de arcillas rojas y yeso nodular dando aspecto de constituir una brecha. También se aprecia yeso fibroso en fracturas.

MUESTRA 209/86 - 86 - Bi - 1

El segundo punto de observación lo da la cantera - mina de Uría, situada en el **paraje de San Antón**. La explotación debió comenzar como cantera, continuando posteriormente como cámaras y pilares. Dado

que está inundada no ha podido visitarse en interior. En la parte baja del frente se observa un nivel yesífero de una potencia aproximada de 10 m, formado por yeso laminado (dolomita y pirita dispersa) con algunas inclusiones de dolomías, arcillas y ofitas.

Hacia la parte alta los niveles de yesos presentan aspecto detrítico, pudiendo apreciarse en perspectiva superficies erosivas (zonas canaliformes?). Sobre este paquete y hasta el límite del prado se desarrolla la facies de arcillas rojas con nódulos que se han citado varias veces anteriormente.

En la base de los niveles detríticos se encuentran yesos recristalizados de gran tamaño y totalmente transparentes.

La explotación está próxima al contacto del Trias con materiales del Cretácico superior que en este punto se sitúa N - S. Unos metros al N de la principal labor y casi sobre ella hay abierto otro frente de cantera que atacaba los yesos muy por encima, por lo que debió abandonarse.

MUESTRA 209/86 - 111 - B1 - 2 y 3

Más al Sur, en las cercanías de la venta de Orduña existe otra explotación de características similares. Es probable que el inicio de las labores fuese en

el muro de un cono de colapso. Las labores de interior tienen un acceso por rampa (foto 10), puesto que van siguiendo el nivel de yeso y en este punto se inclina bastante.

En esta localización el frente es más reducido que en el anterior, y los materiales salinos están cubiertos por una brecha formada a expensas de cantos carbonatados de origen coluvial.

MUESTRA 209/86 - 111 - B1 - 4 y 5

Entre estos dos puntos existe otro indicio (mina San Vicente) que se cerró hace pocos años, con labores totalmente de interior, a las que se accedía por un tunel hoy totalmente anegado.



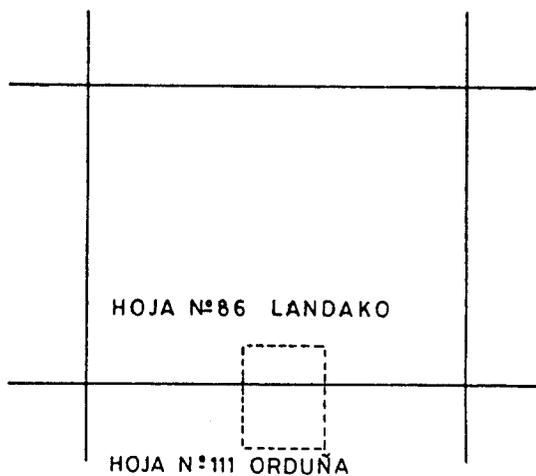
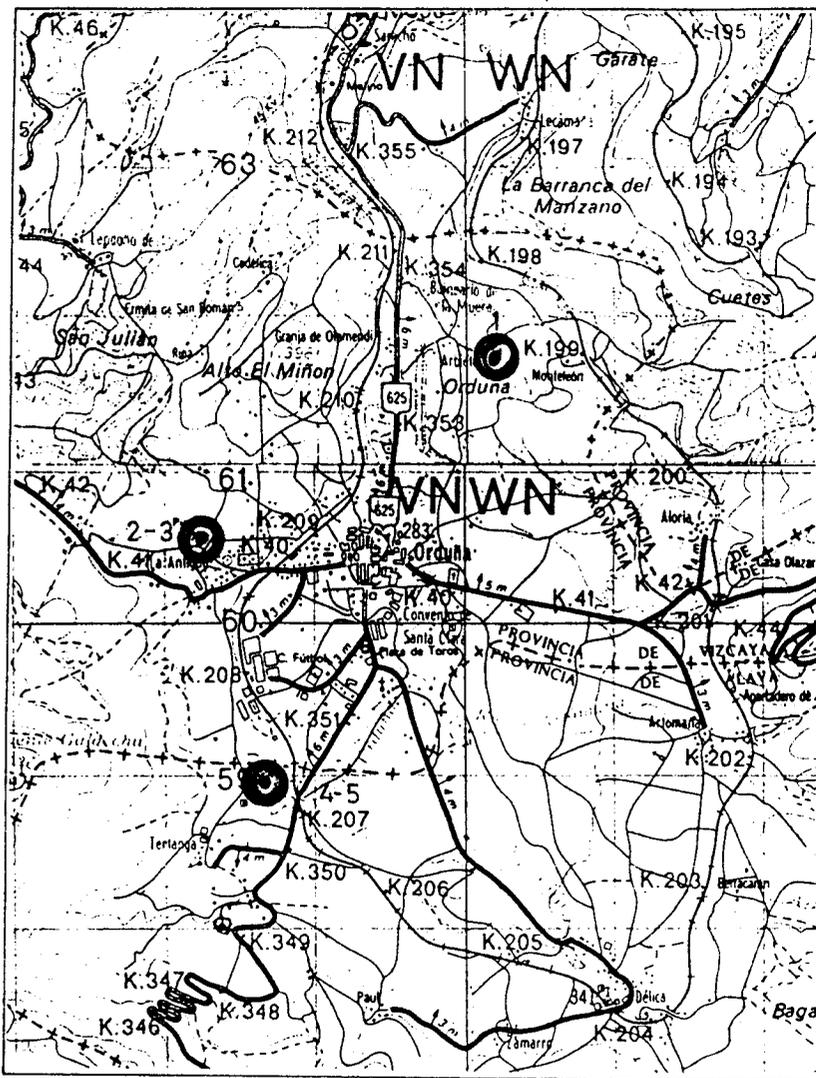
FOTO 8. *Crater de colapso en "LA MUERA" ORDUÑA producido por disolución de yeso*



FOTO 9. *Facies de yeso nodular de LA MUERA*



FOTO 10. *Frente yesífero y acceso a labores de interior
en la cantera de "LA VENTA" (ORDUÑA)*



SITUACION DE LAS MUESTRAS
 209/86 - 86 - BI - 1
 209/86 111 - BI - 2-3-4 y 5

MUESTRA 209/86 - 86 - BI - 1

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
38,58	27,72	16,25	0,34	2,31	12,738	97,938	

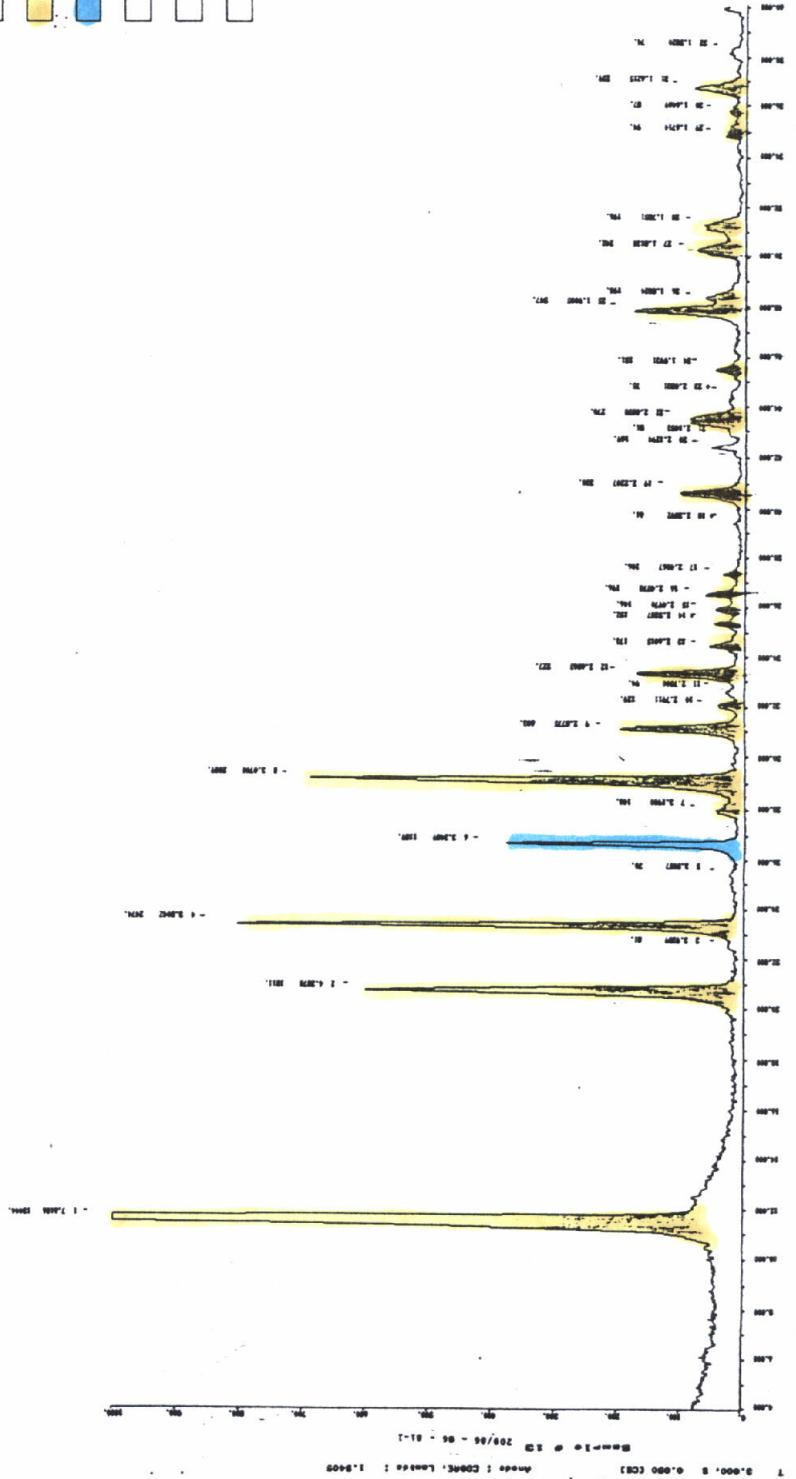
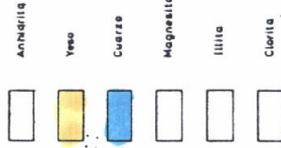
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O
8,44	1,34	0,14	0,078	0,11

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M.ORGANICA
82,55	0,65	12,428	2,31		



Hecho: I. CONTR. LAMAS 1. 9.800
 Escala: 10. 200/86 - 86 - BI - 1
 1 9.800. 8 0.000 (CS)

2-theta	Intensity	Phase
2.7811	13444	ANHIDRITA
2.8842	13444	ANHIDRITA
2.9873	13444	ANHIDRITA
3.0904	13444	ANHIDRITA
3.1935	13444	ANHIDRITA
3.2966	13444	ANHIDRITA
3.4000	13444	ANHIDRITA
3.5031	13444	ANHIDRITA
3.6062	13444	ANHIDRITA
3.7093	13444	ANHIDRITA
3.8124	13444	ANHIDRITA
3.9155	13444	ANHIDRITA
4.0186	13444	ANHIDRITA
4.1217	13444	ANHIDRITA
4.2248	13444	ANHIDRITA
4.3279	13444	ANHIDRITA
4.4310	13444	ANHIDRITA
4.5341	13444	ANHIDRITA
4.6372	13444	ANHIDRITA
4.7403	13444	ANHIDRITA
4.8434	13444	ANHIDRITA
4.9465	13444	ANHIDRITA
5.0496	13444	ANHIDRITA
5.1527	13444	ANHIDRITA
5.2558	13444	ANHIDRITA
5.3589	13444	ANHIDRITA
5.4620	13444	ANHIDRITA
5.5651	13444	ANHIDRITA
5.6682	13444	ANHIDRITA
5.7713	13444	ANHIDRITA
5.8744	13444	ANHIDRITA
5.9775	13444	ANHIDRITA
6.0806	13444	ANHIDRITA
6.1837	13444	ANHIDRITA
6.2868	13444	ANHIDRITA
6.3899	13444	ANHIDRITA
6.4930	13444	ANHIDRITA
6.5961	13444	ANHIDRITA
6.6992	13444	ANHIDRITA
6.8023	13444	ANHIDRITA
6.9054	13444	ANHIDRITA
7.0085	13444	ANHIDRITA
7.1116	13444	ANHIDRITA
7.2147	13444	ANHIDRITA
7.3178	13444	ANHIDRITA
7.4209	13444	ANHIDRITA
7.5240	13444	ANHIDRITA
7.6271	13444	ANHIDRITA
7.7302	13444	ANHIDRITA
7.8333	13444	ANHIDRITA
7.9364	13444	ANHIDRITA
8.0395	13444	ANHIDRITA
8.1426	13444	ANHIDRITA
8.2457	13444	ANHIDRITA
8.3488	13444	ANHIDRITA
8.4519	13444	ANHIDRITA
8.5550	13444	ANHIDRITA
8.6581	13444	ANHIDRITA
8.7612	13444	ANHIDRITA
8.8643	13444	ANHIDRITA
8.9674	13444	ANHIDRITA
9.0705	13444	ANHIDRITA
9.1736	13444	ANHIDRITA
9.2767	13444	ANHIDRITA
9.3798	13444	ANHIDRITA
9.4829	13444	ANHIDRITA
9.5860	13444	ANHIDRITA
9.6891	13444	ANHIDRITA
9.7922	13444	ANHIDRITA
9.8953	13444	ANHIDRITA
10.0000	13444	ANHIDRITA
10.1031	13444	ANHIDRITA
10.2062	13444	ANHIDRITA
10.3093	13444	ANHIDRITA
10.4124	13444	ANHIDRITA
10.5155	13444	ANHIDRITA
10.6186	13444	ANHIDRITA
10.7217	13444	ANHIDRITA
10.8248	13444	ANHIDRITA
10.9279	13444	ANHIDRITA
11.0310	13444	ANHIDRITA
11.1341	13444	ANHIDRITA
11.2372	13444	ANHIDRITA
11.3403	13444	ANHIDRITA
11.4434	13444	ANHIDRITA
11.5465	13444	ANHIDRITA
11.6496	13444	ANHIDRITA
11.7527	13444	ANHIDRITA
11.8558	13444	ANHIDRITA
11.9589	13444	ANHIDRITA
12.0620	13444	ANHIDRITA

MUESTRA 209 / 86 -111 - BI - 2

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
46,93	33,08	15,64	0,34	1,13	1,58	98,70	

RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O
0,16	< 0,1	0,96	0,42	0,01	0,010	0,02

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
95,65	—	0,70	—	1,22	1,13



Analisis : DORNE, LAMER : 1.8405
 Muestra : 209/86-111-BI-2

2θ	Intensity	Phase
9.8	100	Anhydrite
11.5	15	Anhydrite
16.5	10	Anhydrite
17.5	10	Anhydrite
18.5	10	Anhydrite
20.5	10	Anhydrite
21.5	10	Anhydrite
22.5	10	Anhydrite
23.5	10	Anhydrite
24.5	10	Anhydrite
25.5	10	Anhydrite
26.5	10	Anhydrite
27.5	10	Anhydrite
28.5	10	Anhydrite
29.5	10	Anhydrite
30.5	10	Anhydrite
31.5	10	Anhydrite
32.5	10	Anhydrite
33.5	10	Anhydrite
34.5	10	Anhydrite
35.5	10	Anhydrite
36.5	10	Anhydrite
37.5	10	Anhydrite
38.5	10	Anhydrite
39.5	10	Anhydrite
40.5	10	Anhydrite
41.5	10	Anhydrite
42.5	10	Anhydrite
43.5	10	Anhydrite
44.5	10	Anhydrite

MUESTRA 209/86-111-BI-3

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100:	Residuo insoluble	TOTAL
41.61	29.26	16.36	0.13	2.21	10.829	100.3509	

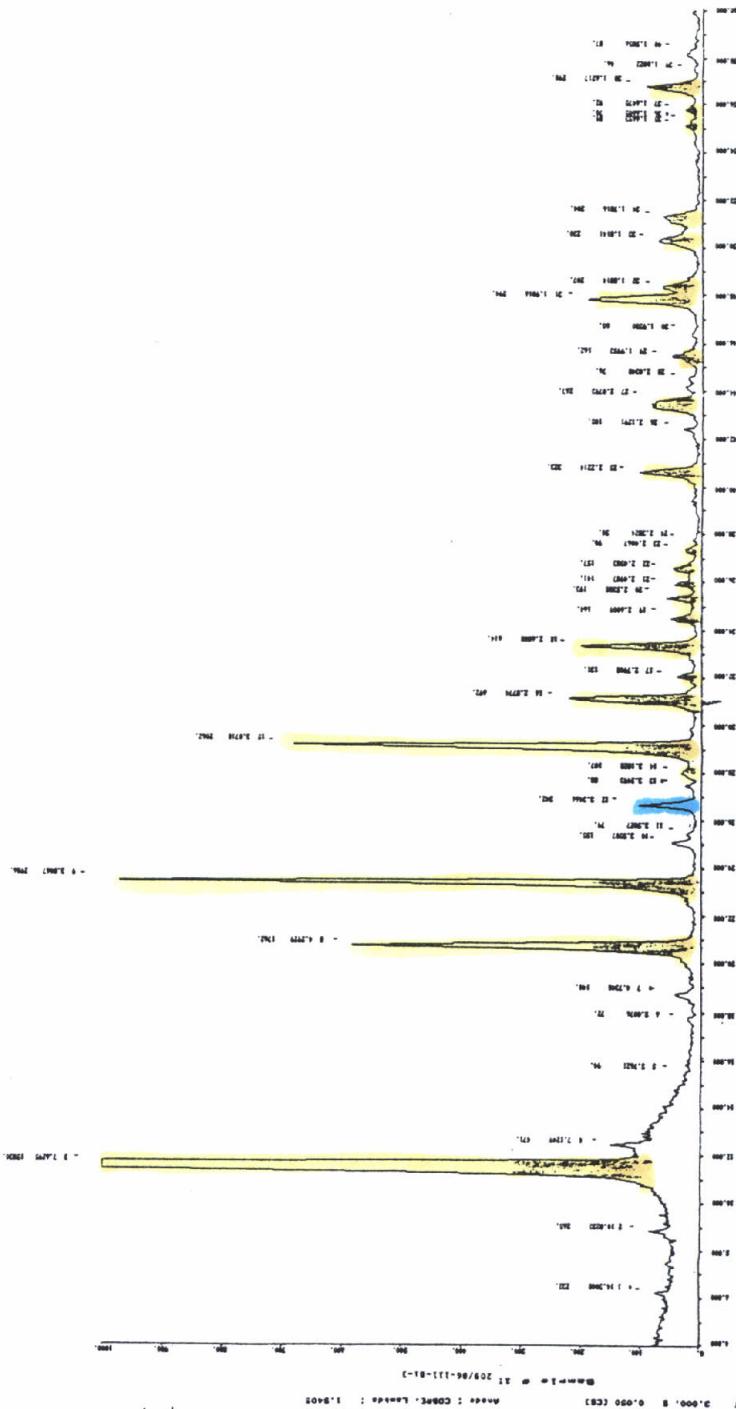
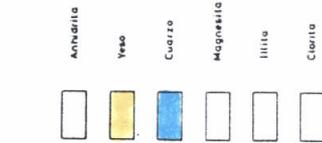
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
6.04	2.12	0.11	0.019	0.31

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
87,23	—	0,27	—	10,669	2,21



MUESTRA 209 / 86 - 111 - BI - 4

ANALISIS QUIMICO

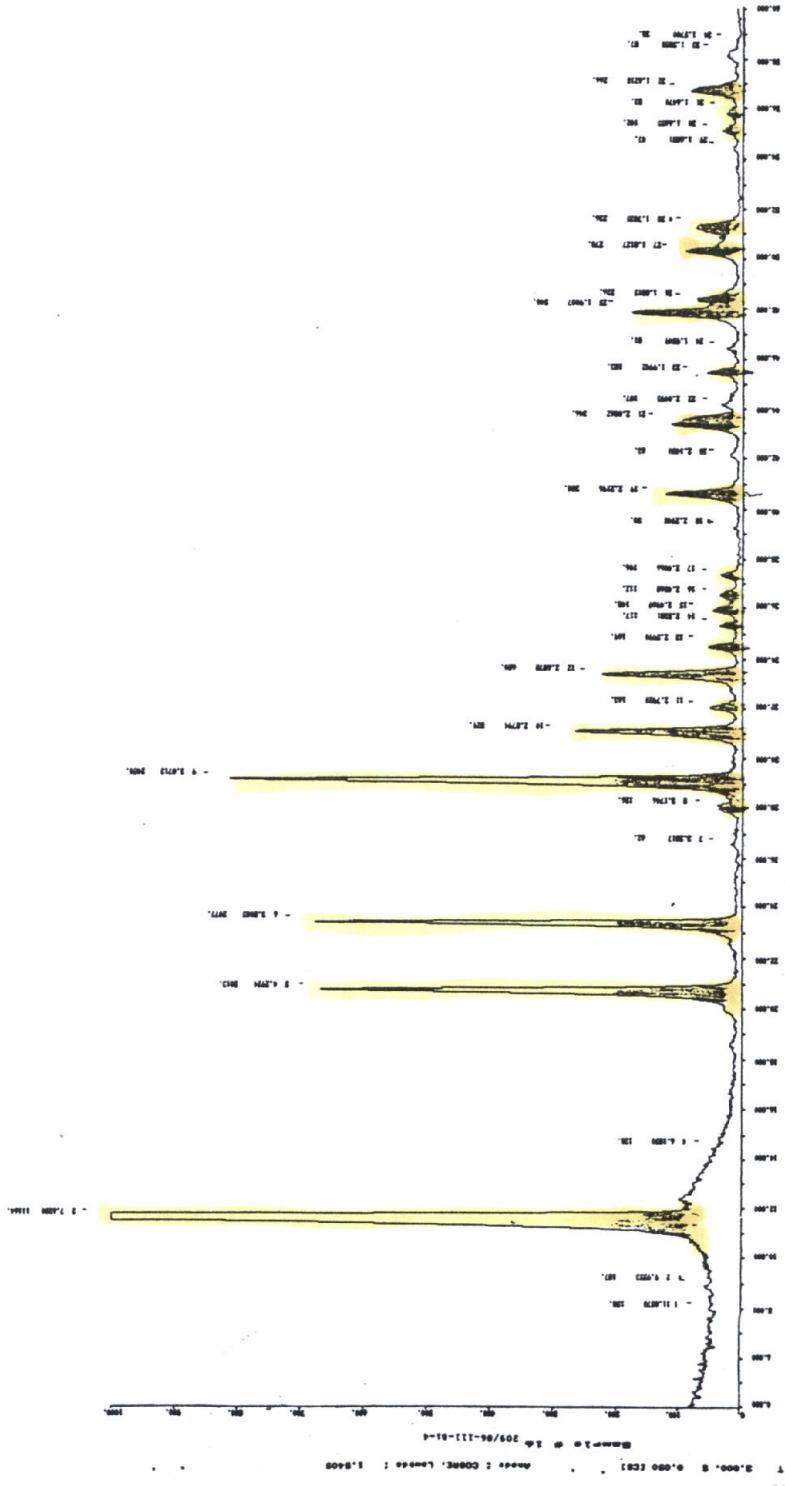
TOTAL

ROCA TOTAL	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
46,12	32,50	16,93	0,23	1,31	1,928	99,018
RESIDUO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
0,79	< 0,1	0,10	0,50	0,48	0,018	0,04

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M ORGANICA
95,55	—	0,47	—	1,558	1,31



2-theta	d	h	k	l
5.00	17.71	0	0	2
11.00	8.33	0	0	4
17.00	5.29	0	0	6
20.00	4.50	0	0	8
24.00	3.75	0	0	10
26.00	3.46	0	0	12
29.00	3.10	0	0	14

MUESTRA 209/86-111-BI-5

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
36,34	1,17	<0,1	25,57	15,27	6,21	3,59	12,746	99,726

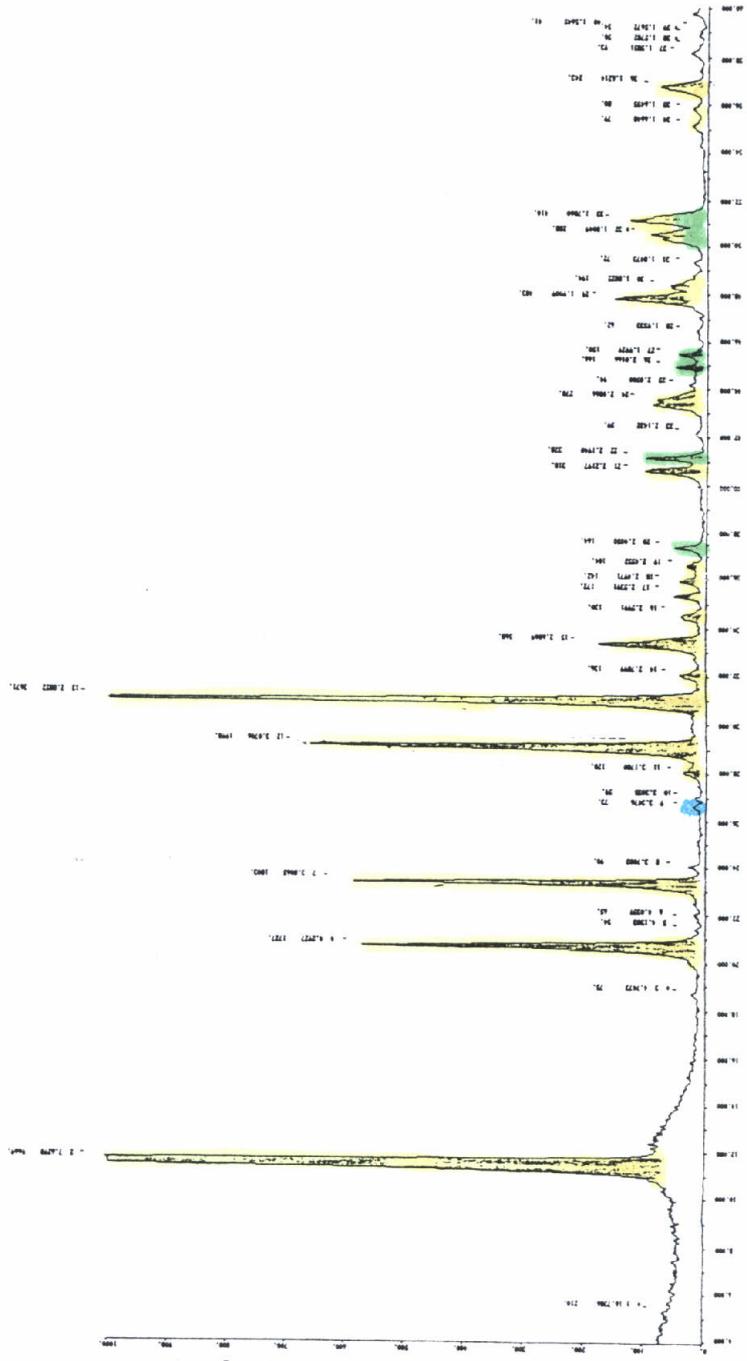
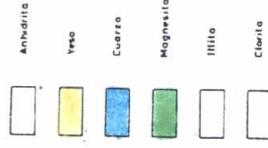
RESIDUO

SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Ni ₂ O	K ₂ O
1,17	0,34	3,74	7,40	0,026	0,07

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M ORGANICA
77,18	—	12,98	—	5,976	3,59

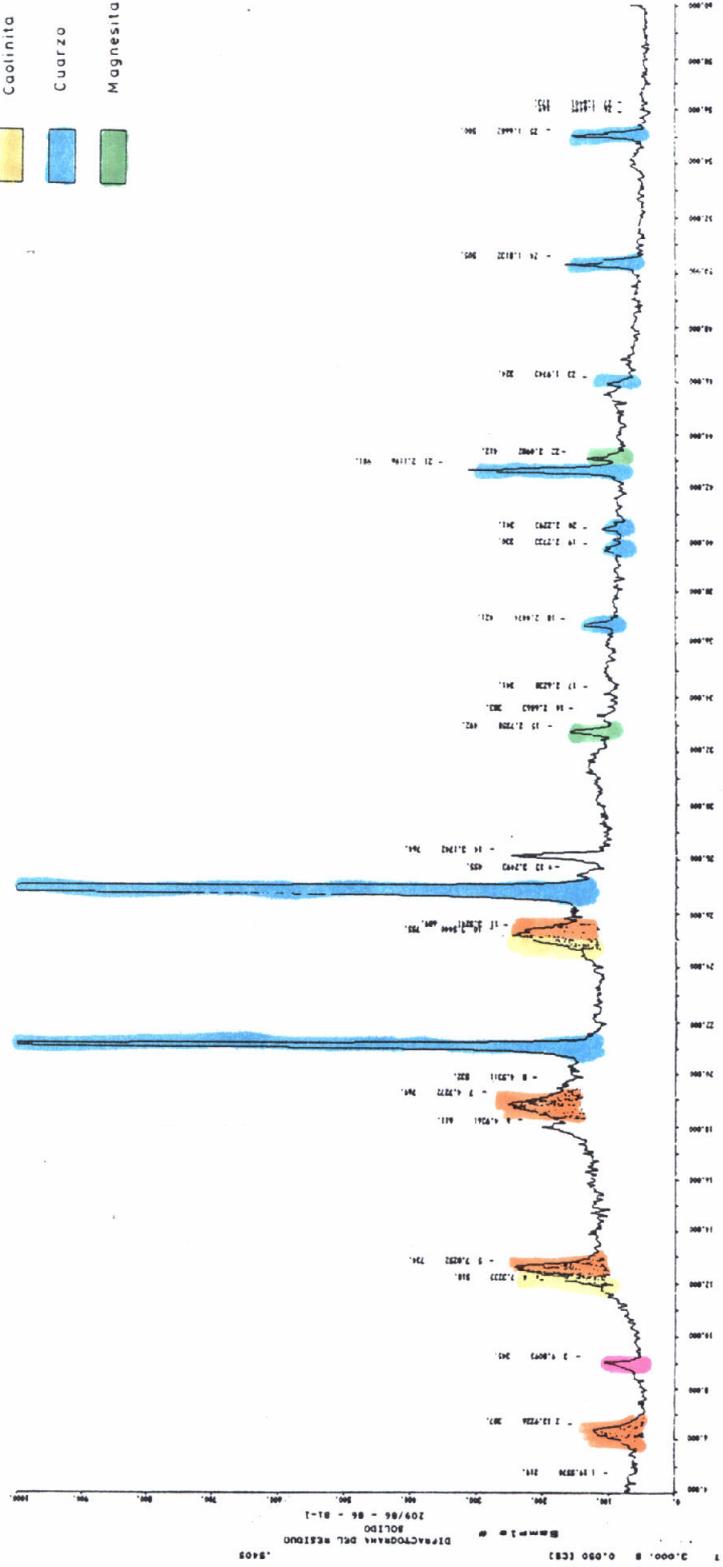


3,0000 B 0,090 (C8)
 Muestra : COMPEL LARRAN : 1,3405
 Escala: 1.0000 x 1.0000
 209/86-111-BI-5

MUESTRA 209/86-86-BI-1

DIFRACTOGRAMA DEL RESIDUO SOLIDO

Clorita
Illita
Caolinita
Cuarzo
Magnesita

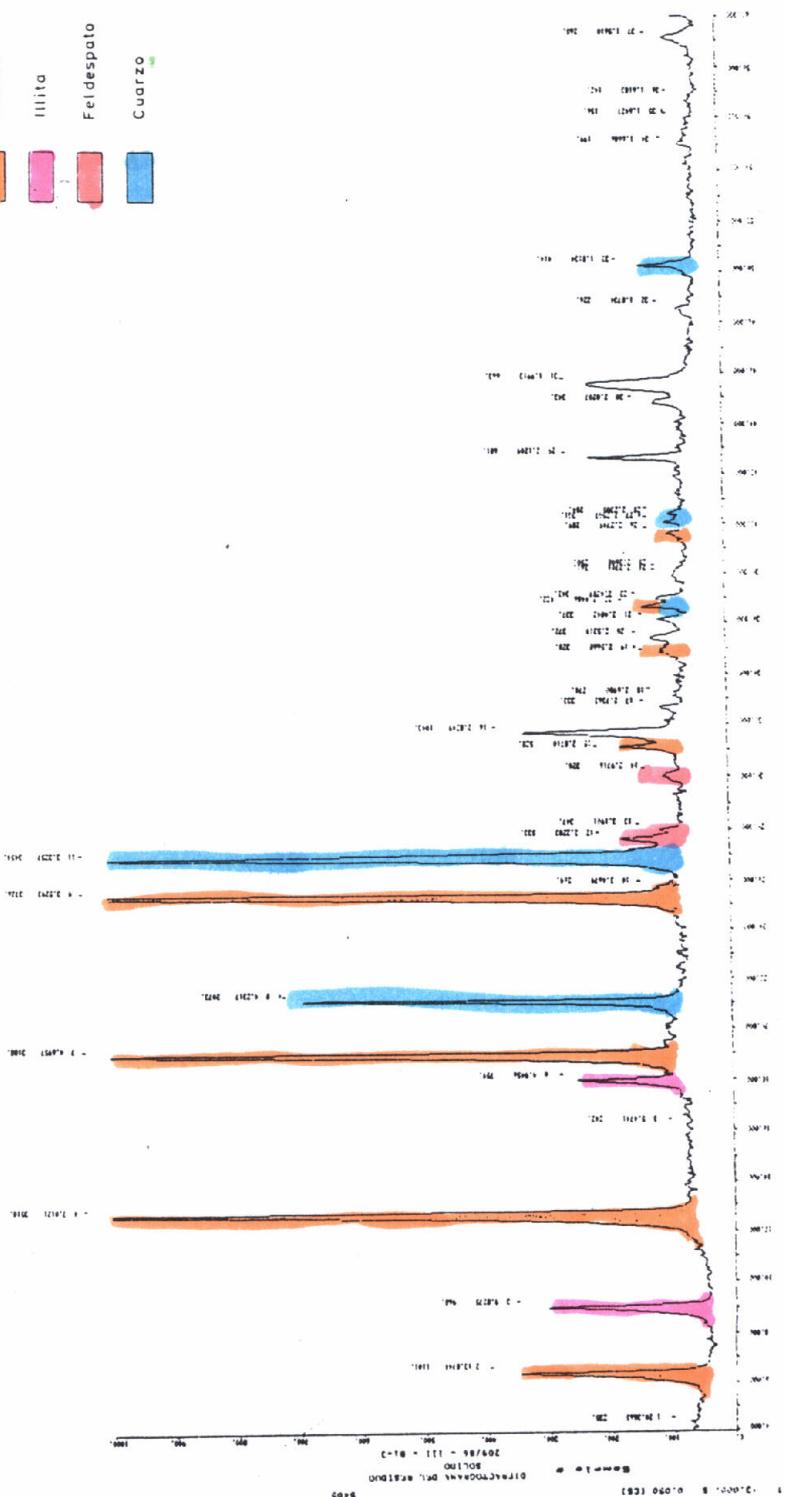
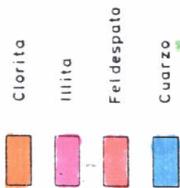


2-THETA

2-THETA (°)	INTENSITY
1.4514	214
1.8534	219
2.1722	281
2.7888	387
3.1924	387
4.0072	450
4.8220	387
5.6368	450
6.4516	450
7.2664	387
8.0812	450
8.8960	387
9.7108	450
10.5256	387
11.3404	450
12.1552	387
12.9700	450
13.7848	387
14.5996	450
15.4144	387
16.2292	450
17.0440	387
17.8588	450
18.6736	387
19.4884	450
20.3032	387
21.1180	450
21.9328	387
22.7476	450
23.5624	387
24.3772	450
25.1920	387
26.0068	450
26.8216	387
27.6364	450
28.4512	387
29.2660	450
30.0808	387
30.8956	450
31.7104	387
32.5252	450
33.3400	387
34.1548	450
34.9696	387
35.7844	450
36.5992	387
37.4140	450
38.2288	387
39.0436	450
39.8584	387
40.6732	450
41.4880	387
42.3028	450
43.1176	387
43.9324	450
44.7472	387
45.5620	450
46.3768	387
47.1916	450
48.0064	387
48.8212	450
49.6360	387
50.4508	450
51.2656	387
52.0804	450
52.8952	387
53.7100	450
54.5248	387
55.3396	450
56.1544	387
56.9692	450
57.7840	387
58.5988	450
59.4136	387
60.2284	450
61.0432	387
61.8580	450
62.6728	387
63.4876	450
64.3024	387
65.1172	450
65.9320	387
66.7468	450
67.5616	387
68.3764	450
69.1912	387
69.9960	450
70.8108	387
71.6256	450
72.4404	387
73.2552	450
74.0700	387
74.8848	450
75.6996	387
76.5144	450
77.3292	387
78.1440	450
78.9588	387
79.7736	450
80.5884	387
81.4032	450
82.2180	387
83.0328	450
83.8476	387
84.6624	450
85.4772	387
86.2920	450
87.1068	387
87.9216	450
88.7364	387
89.5512	450
90.3660	387
91.1808	450
91.9956	387
92.8104	450
93.6252	387
94.4400	450
95.2548	387
96.0696	450
96.8844	387
97.6992	450
98.5140	387
99.3288	450
100.1436	387

MUESTRA 209/86-111-BI-3

DIFRACTOGRAMA DEL RESIDUO SOLIDO



7.2.1.2.- Munguia - Sopelana (V - 2)

En su curso medio el Río Butrón forma un ancho valle ocupado por materiales del Trias Keuper con un recubrimiento de depósitos aluviales muy extenso, lo que impide el reconocimiento de los mismos. Los afloramientos triásicos se ramifican hacia el N y el E, encontrándose algunos retazos en Urduliz y en Sopelana.

El arroyo que discurre por **Meñaca - Barrena** descubre una zona de contacto entre materiales triásicos y cretácicos. Los materiales triásicos están estructurados caoticamente y se distinguen margas varioladas, ofitas y algún nivel de yesos decimétrico, mezclado con arcillas.

Junto al **casario Auntxeta**, al O de Munguía, existe una antigua labor no inventariada, que consiste en una pequeña cantera circular de 10 m de diámetro. El recubrimiento actual es tal que no se aprecia yeso ni en la cantera (las paredes están caídas), ni en los alrededores.

Según los aldeanos del lugar, existía otra explotación de yesos **en Urduliz**, en el área ocupada por la factoría de Mecánica la Peña; visitado el lugar, se recogieron en una explanada junto a dicha fábrica numerosos fragmentos de yeso, probablemente pertenecientes a alguna antigua escombrera.

MUESTRA 209/86 - 37 - B1 - 6

El estudio de antiguas fotos aéreas revela que en esta zona existían dos socavones de tamaño mediano.

Por último hay que citar el afloramiento triásico de la **playa de Atxabiribil** (Sopelana) donde aflora un paquete métrico de yesos laminados (posiblemente detríticos) y sobre él, facies de yesos nodulares con arcillas rojas (fotos 11 y 12). Dado el grado de tectonización del área son frecuentes las removilizaciones de yeso fibroso en fracturas.



FOTO 11. *Arcilla versicolora con venilla de yeso fibroso*
(SOPELANA)

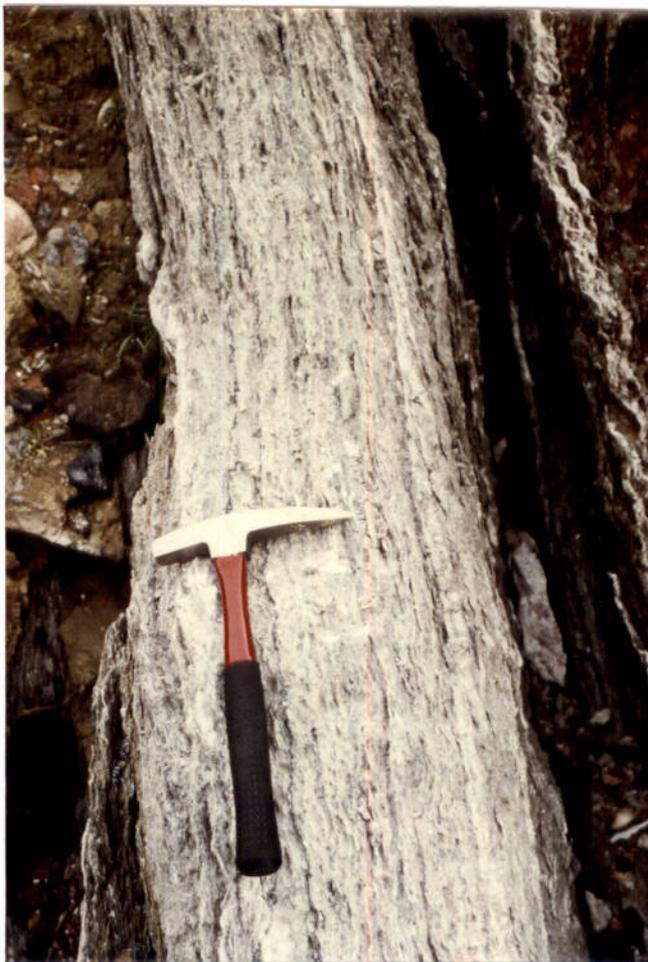
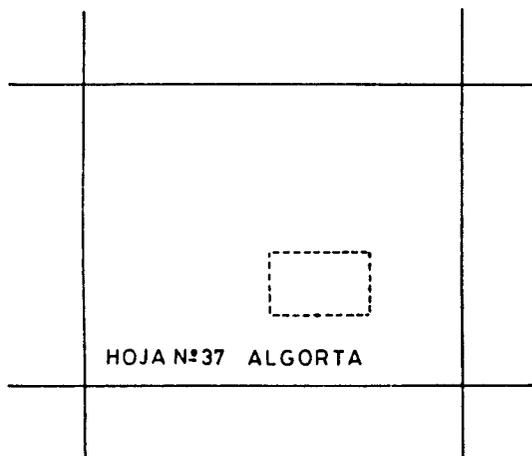
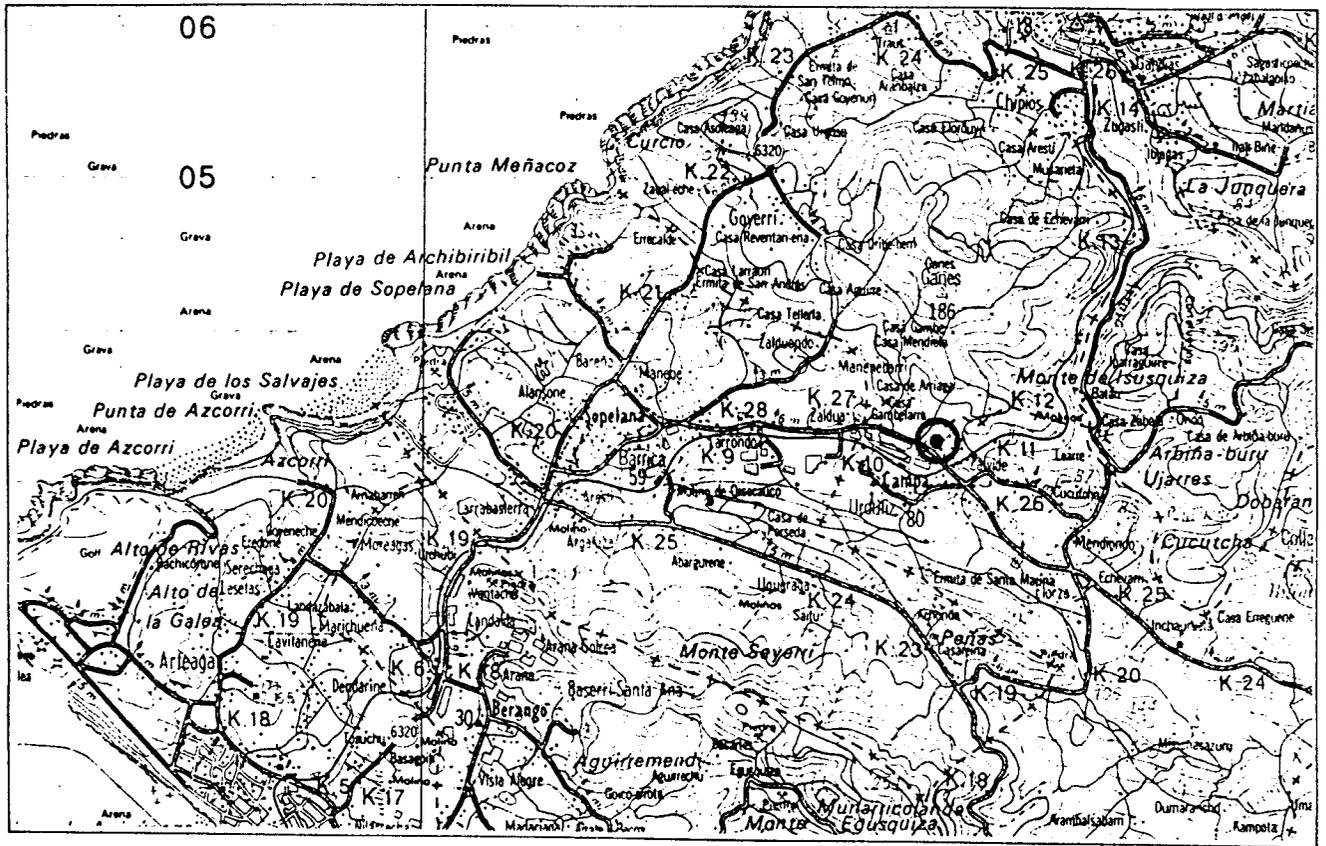


FOTO 12. *Nivel de yeso laminado en SOPELANA*



HOJA N°37 ALGORTA

SITUACION DE LAS MUESTRAS
209 / 86 - 37 - BI - 6

MUESTRA 209/86-37 - BI - 6

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
45,50	31,71	15,29	0,35	1,54	4,126	98,516	

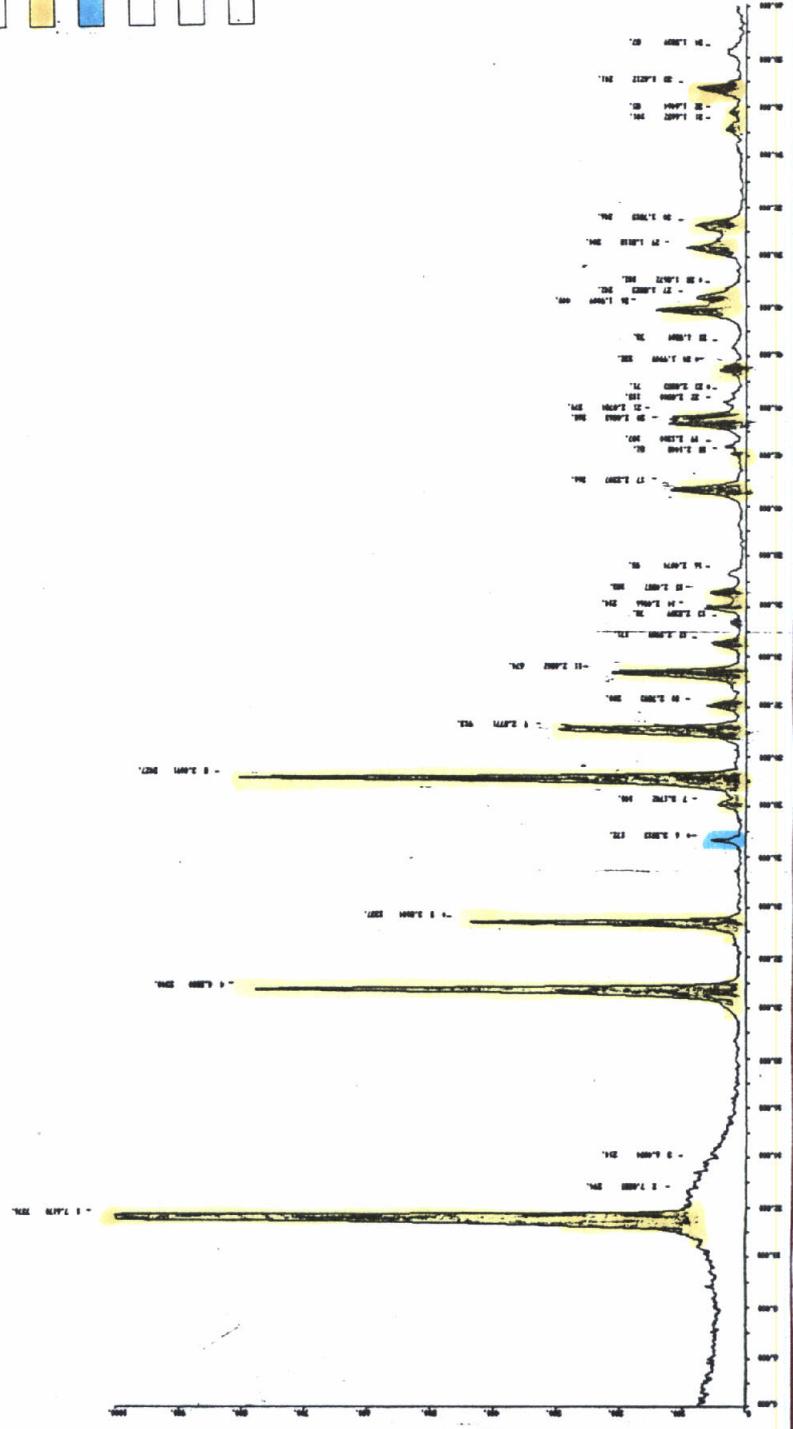
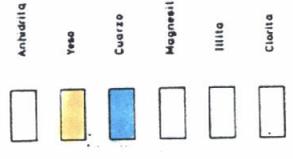
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O
2,75	0,20	0,30	0,59	0,016	0,07	

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
92,50	—	0,73	—	3,746	1,54



Model: 1 CONE. Lambda: 1.9000
 Sample: 209/86-37-61-6

2-theta	Intensity	Phase
92.50	High	Yeso
92.48	High	Yeso
92.46	High	Yeso
92.44	High	Yeso
92.42	High	Yeso
92.40	High	Yeso
92.38	High	Yeso
92.36	High	Yeso
92.34	High	Yeso
92.32	High	Yeso
92.30	High	Yeso
92.28	High	Yeso
92.26	High	Yeso
92.24	High	Yeso
92.22	High	Yeso
92.20	High	Yeso
92.18	High	Yeso
92.16	High	Yeso
92.14	High	Yeso
92.12	High	Yeso
92.10	High	Yeso
92.08	High	Yeso
92.06	High	Yeso
92.04	High	Yeso
92.02	High	Yeso
92.00	High	Yeso
91.98	High	Yeso
91.96	High	Yeso
91.94	High	Yeso
91.92	High	Yeso
91.90	High	Yeso
91.88	High	Yeso
91.86	High	Yeso
91.84	High	Yeso
91.82	High	Yeso
91.80	High	Yeso
91.78	High	Yeso
91.76	High	Yeso
91.74	High	Yeso
91.72	High	Yeso
91.70	High	Yeso
91.68	High	Yeso
91.66	High	Yeso
91.64	High	Yeso
91.62	High	Yeso
91.60	High	Yeso
91.58	High	Yeso
91.56	High	Yeso
91.54	High	Yeso
91.52	High	Yeso
91.50	High	Yeso
91.48	High	Yeso
91.46	High	Yeso
91.44	High	Yeso
91.42	High	Yeso
91.40	High	Yeso
91.38	High	Yeso
91.36	High	Yeso
91.34	High	Yeso
91.32	High	Yeso
91.30	High	Yeso
91.28	High	Yeso
91.26	High	Yeso
91.24	High	Yeso
91.22	High	Yeso
91.20	High	Yeso
91.18	High	Yeso
91.16	High	Yeso
91.14	High	Yeso
91.12	High	Yeso
91.10	High	Yeso
91.08	High	Yeso
91.06	High	Yeso
91.04	High	Yeso
91.02	High	Yeso
91.00	High	Yeso
90.98	High	Yeso
90.96	High	Yeso
90.94	High	Yeso
90.92	High	Yeso
90.90	High	Yeso
90.88	High	Yeso
90.86	High	Yeso
90.84	High	Yeso
90.82	High	Yeso
90.80	High	Yeso
90.78	High	Yeso
90.76	High	Yeso
90.74	High	Yeso
90.72	High	Yeso
90.70	High	Yeso
90.68	High	Yeso
90.66	High	Yeso
90.64	High	Yeso
90.62	High	Yeso
90.60	High	Yeso
90.58	High	Yeso
90.56	High	Yeso
90.54	High	Yeso
90.52	High	Yeso
90.50	High	Yeso
90.48	High	Yeso
90.46	High	Yeso
90.44	High	Yeso
90.42	High	Yeso
90.40	High	Yeso
90.38	High	Yeso
90.36	High	Yeso
90.34	High	Yeso
90.32	High	Yeso
90.30	High	Yeso
90.28	High	Yeso
90.26	High	Yeso
90.24	High	Yeso
90.22	High	Yeso
90.20	High	Yeso
90.18	High	Yeso
90.16	High	Yeso
90.14	High	Yeso
90.12	High	Yeso
90.10	High	Yeso
90.08	High	Yeso
90.06	High	Yeso
90.04	High	Yeso
90.02	High	Yeso
90.00	High	Yeso

7.2.1.3.- Baquio - Bermeo (V - 3)

En estas localidades costeras el Trias aflora en el núcleo de sendos anticlinales.

Los materiales que componen el Trias son difíciles de observar. En Baquio, gracias al corte de la playa se tiene una visión parcial de los mismos, puesto que todas las facies que afloran son brechoides (con cantos incluso decimétricos). Las rocas yesíferas se limitan a las facies de arcillas rojas y yeso nodular, con una removilización importante de yeso fibroso en fracturas (foto 13).

En Bermeo no se encuentran materiales yesíferos.



FOTO 13. *Arcilla versicolores yesífera en la playa de BAKIO*

7.2.1.4.- Guernica - Arbácegui (V - 4)

La Ria de Guernica se instala sobre materiales triásicos formados esencialmente por ofitas. Los afloramientos de arcilla son muy reducidos y no se tiene constancia de yesos en toda el área que ocupan.

No obstante, hacia el E de Guernica, en Berraino (Arbácegui) se desarrolló una pequeña explotación de yesos, muy antigua, en una de las escamas triásicas y emplazadas en un cabalgamiento de materiales cretácicos medios (Complejo Supraurgoniano) sobre Cretácico superior. El estado actual de la explotación no permite observar el mineral.

Los materiales triásicos de Laga e Ibarranguelua afloran a favor de sendos accidentes tectónicos de dirección aproximada N - S.

En Laga no se ha detectado yeso, únicamente afloran ofitas y arcillas - margas versicolores.

En Ibarranguelua tampoco se ha observado la presencia de yeso en ningún afloramiento, pero se tiene conocimiento de un antigua explotación, no inventariada, en el acantilado. El cese de la explotación, de interior, se debió al hundimiento de la misma. Se puede observar como un manantial surgente de la citada explotación deposita en la base del acantilado yesos y otras sales.

7.2.1.5.- Aulestia (V - 5)

Los alforamientos triásicos de Aulestia están prácticamente formados por ofitas y algunas arcillas versicolores. No se han detectado yesos.

7.2.1.6.- Salinas de Añana (A - 1)

En el diapiro de Salinas de Añana se pueden encontrar numerosas labores mineras sobre todo de yeso., aunque hay varias de arcillas. En la actualidad explotan sal de un manantial salino.

Este diapiro tiene forma circular aplastada y estructura concéntrica. Se ha detectado en trabajos previos y se puede observar, siguiendo la situación de las labores, la existencia de un nivel de yesos de 5 a 20 metros de potencia con una continuidad bastante regular.

Las labores visitadas se pueden dividir en tres grupos.

El primer grupo estaría compuesto por la mina Roberto y la cantera situada inmediatamente encima (fotos 14 y 15), así como dos pequeños indicios que se localizan al S de Arreo.

Otro grupo se situaría paralelamente a la carretera general, son pequeñas labores que se encuentran muy cubiertas.

El tercer grupo lo forman las canteras de Hoyos - Camego y las pequeñas explotaciones que bordean el diapiro desde aquí hasta el lago de Arreo.

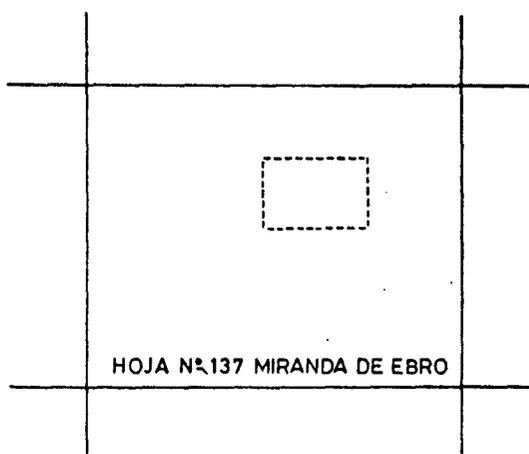
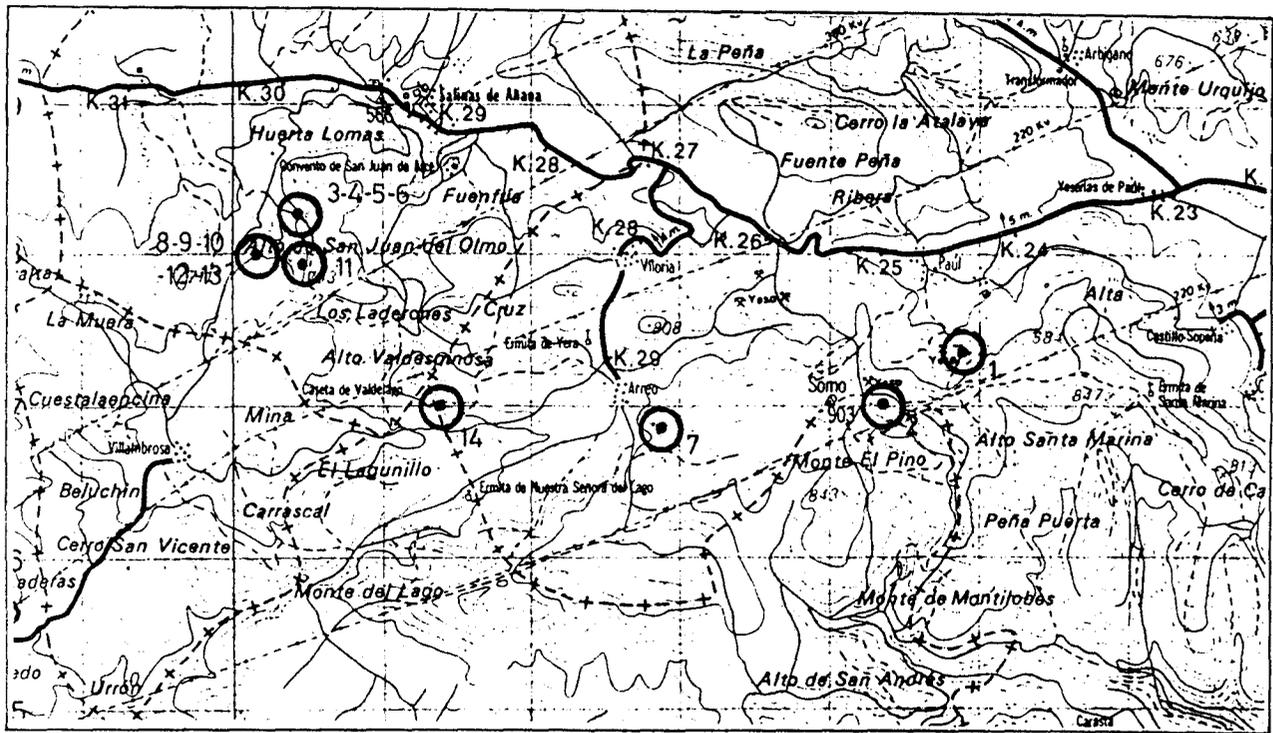
MUESTRAS 209/86 - 137 - Vi - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14



FOTO 14. *Frente de Mina Roberto en PAUL*



FOTO 15. *Cantera Mina Felisa en PAUL*



HOJA N.º 137 MIRANDA DE EBRO

MUESTRA 209/86 - 137 - VI - 1

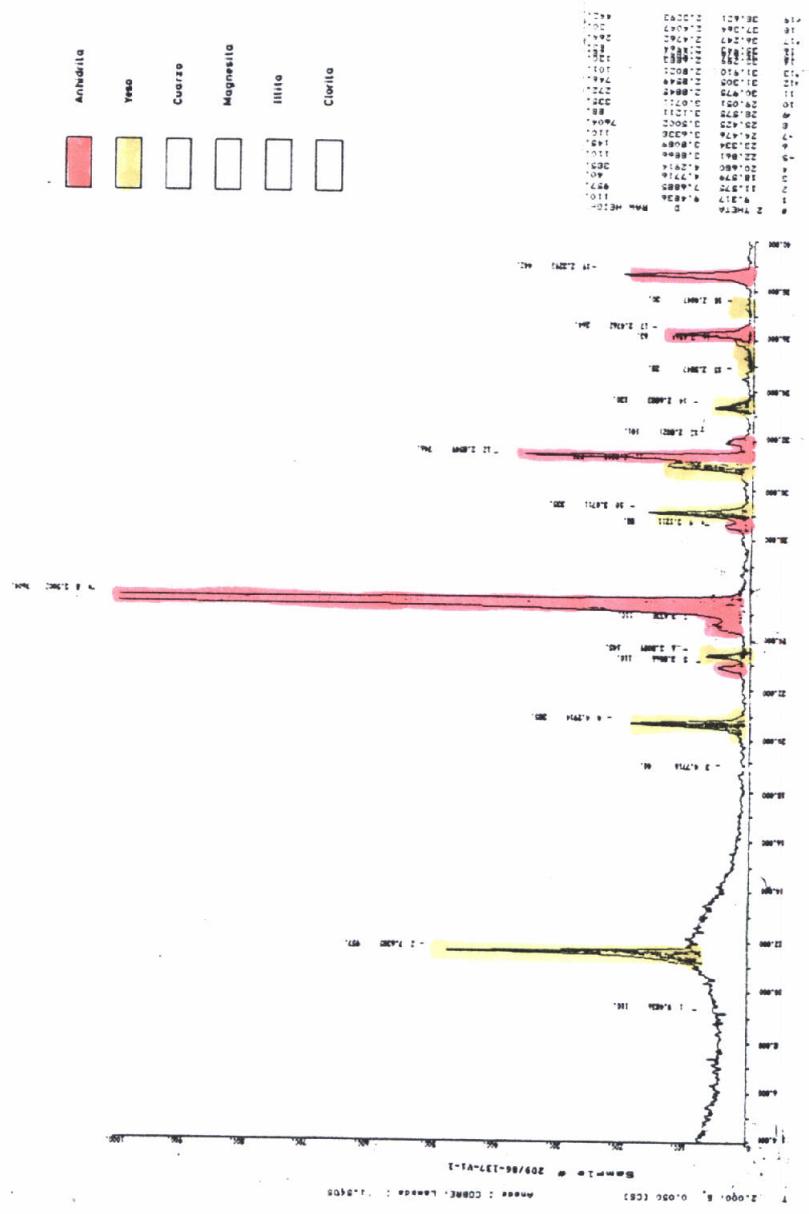
ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.P.c a 1100±	Residuo insoluble	TOTAL
	52,46	31,61	4,91	0,94	2,18	8,279	100,329
RESIDUO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
	0,54	< 0,1	0,06	0,95	6,53	0,009	0,04

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M ORGANICA
23,45	65,53	1,95	---	7,219	2,18



MUESTRA 209/86-137 - VI - 2

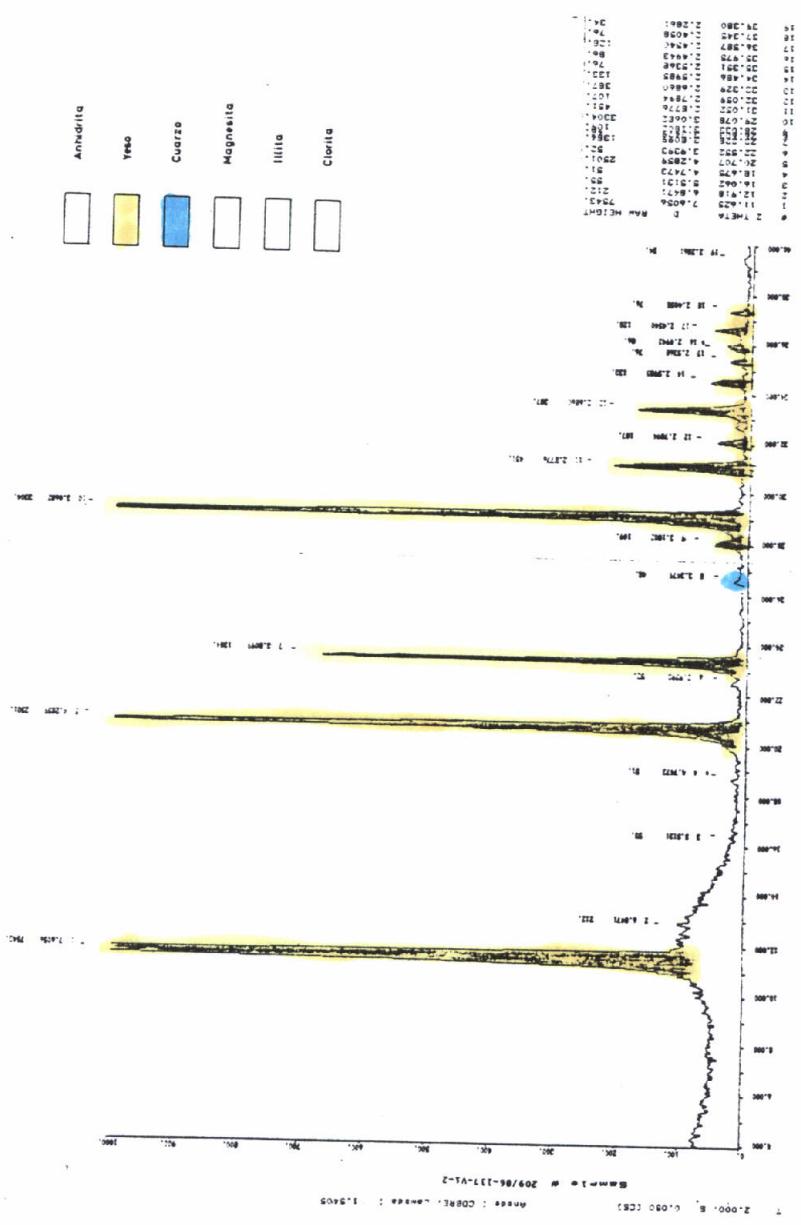
ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
42,19	30,06	18,68	1,65	2,59	5,156	100,326	
RESIDUO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
1,95	0,23	0,41	1,00	1,36	0,016	0,19	

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M ORGANICA
90,93	3,45	—	3,356	2,59	—



MUESTRA 209/86 - 137 - VI - 3

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
	4,606	32,16	19,97	0,19	1,03	0,763	100,173

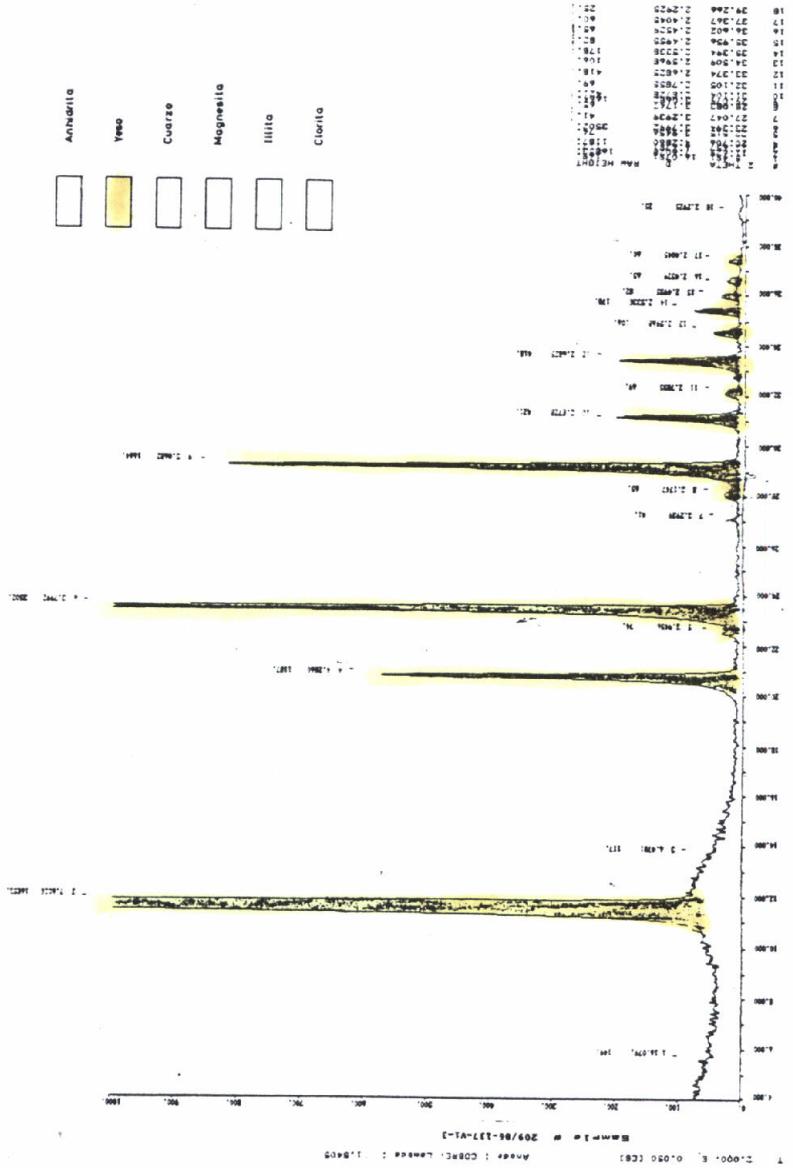
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Mg ₂ O	K ₂ O
<0,1	<0,1	0,02	0,52	0,21	0,003	0,01

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
98,19	—	0,39	—	0,563	1,03



MUESTRA 209 / 86 - 137 - VI - 4

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
43,78	31,53	19,03	0,30	2,01	2,697	99,347	

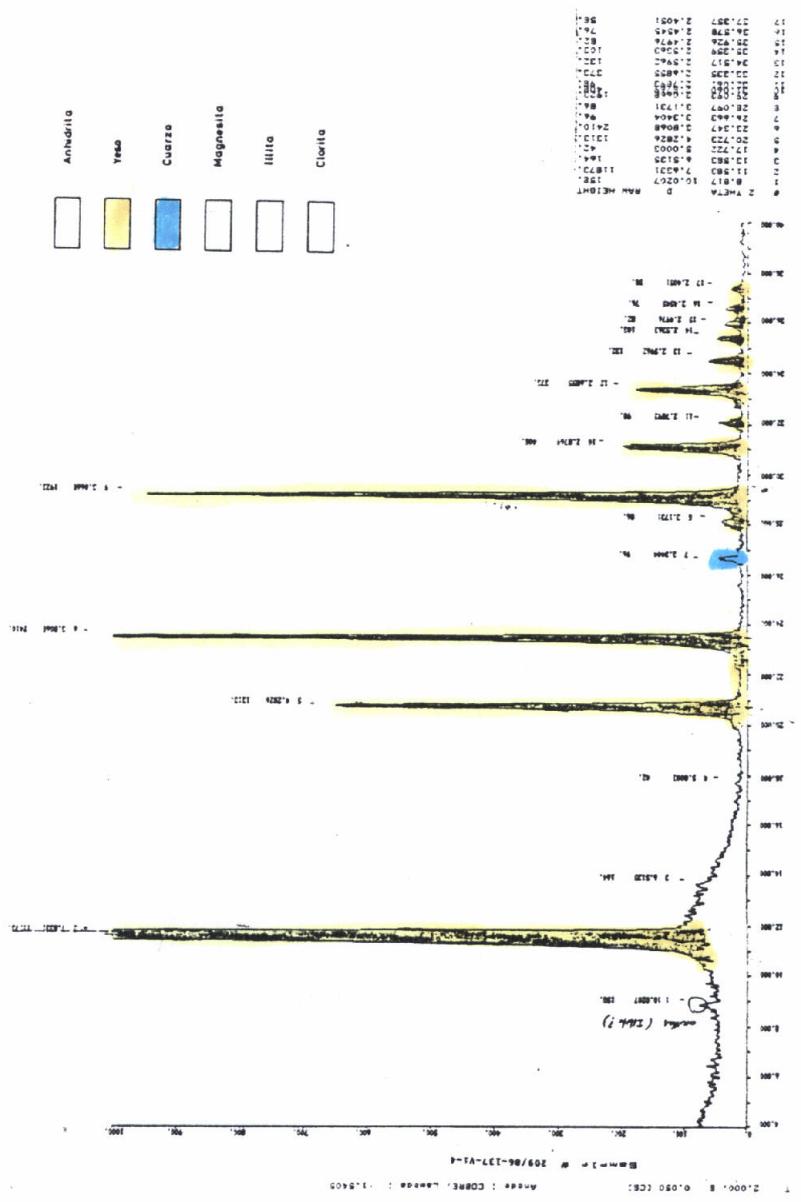
RESIDUO

SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	CuO	Na ₂ O	K ₂ O
1,46	<0,1	0,45	0,47	0,007	0,15

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
94,34	0,62	0,62	2,377	2,01	



MUESTRA 209/86 - 137 - VI - 5

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
45,75	32,04	19,69	0,24	1,17	0,404	99,294	

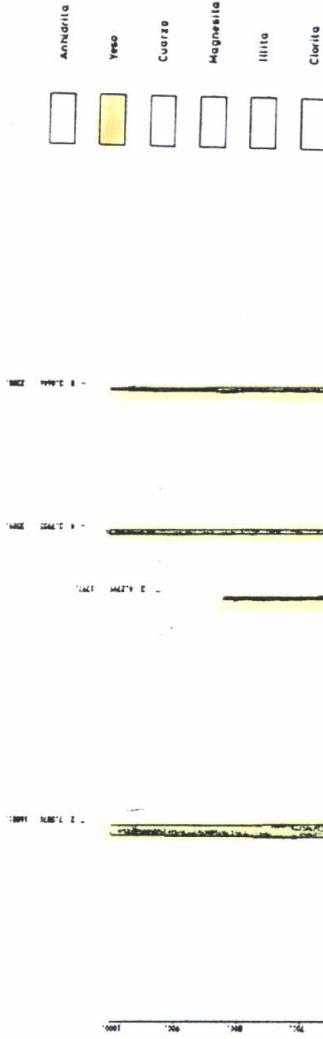
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	K ₂ O
0,11	< 0,1	0,05	0,07	0,13	0,014
					0,03

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
97,48	0,50	0,144	1,17		



2.000, 0.020 (CS) : COREL. CANAL : 1.000

209/86-137-VI-5

2-Theta	Intensity	Phase
12.2	100	Yeso
28.2	100	Yeso
28.5	100	Yeso
31.2	100	Anhidrita
31.5	100	Anhidrita
32.2	100	Anhidrita

MUESTRA 209 / 86 - 137 - VI - 6

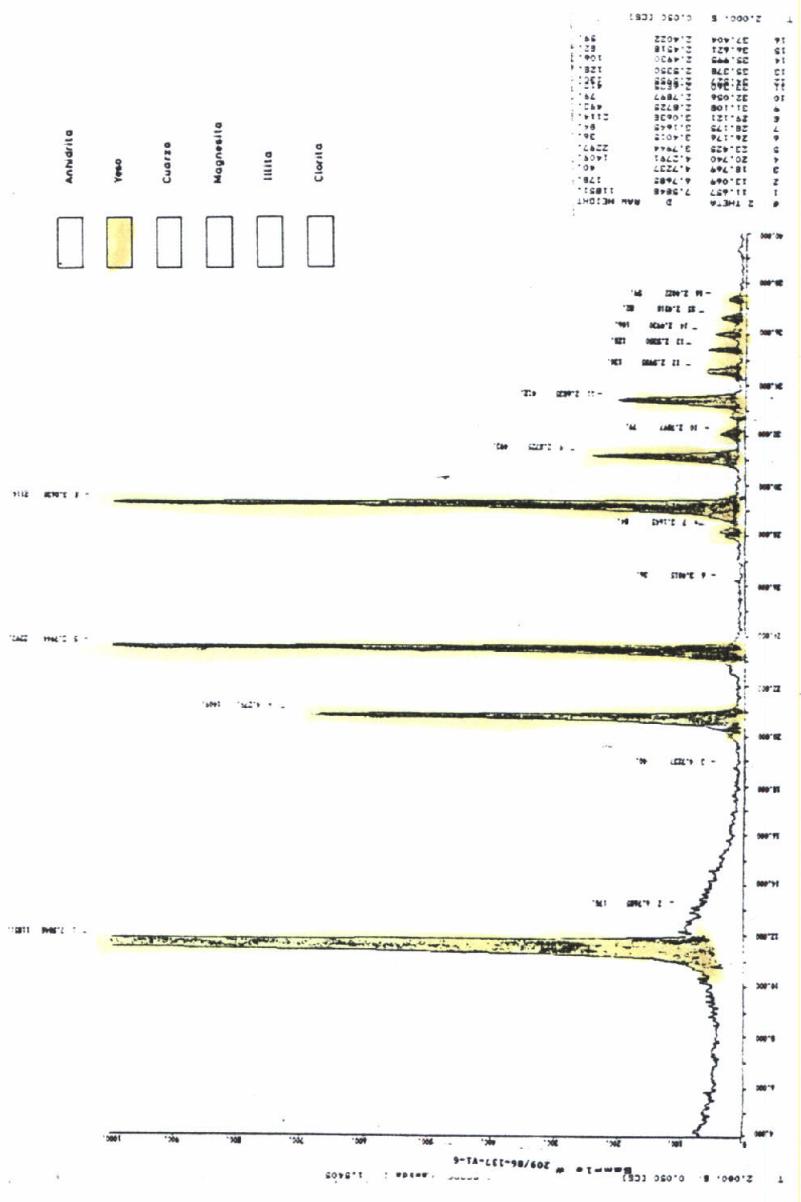
ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
46.37	0.03	< 0.1	0.02	19.40	0.13	1.60	0.932	100.582
RESIDUO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O				
	0.22	0.65	0.002	0.01				

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
97.92	—	0.27	—	0.792	1.60



MUESTRA 209/86 - 137 - VI - 7

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
39,53	27,99	17,44	0,61	2,78	11,093	99,443	

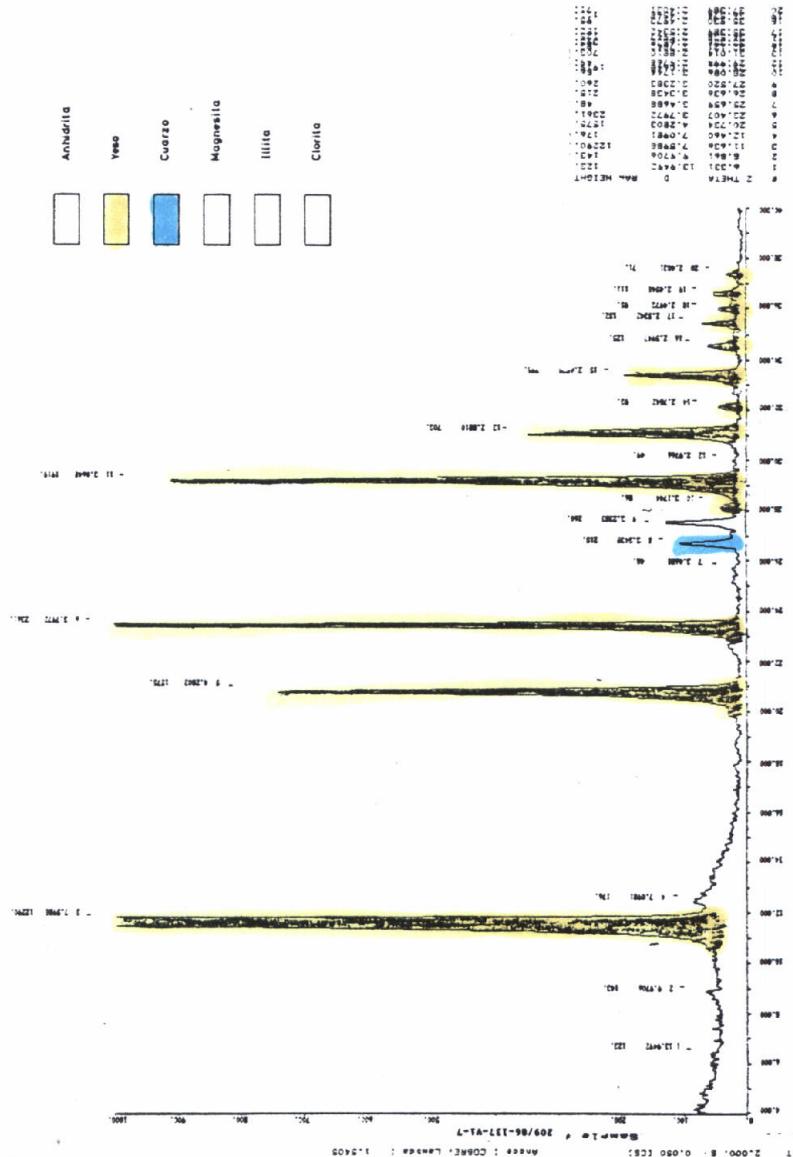
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
6,48	1,46	0,52	1,12	0,92	0,013	0,58

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M ORGANICA
84,96	—	1,26	—	10,443	2,78



MUESTRA 209/86 - 137 - VI - 8

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
55,54	36,61	3,90	0,22	0,19	0,863	97,323	

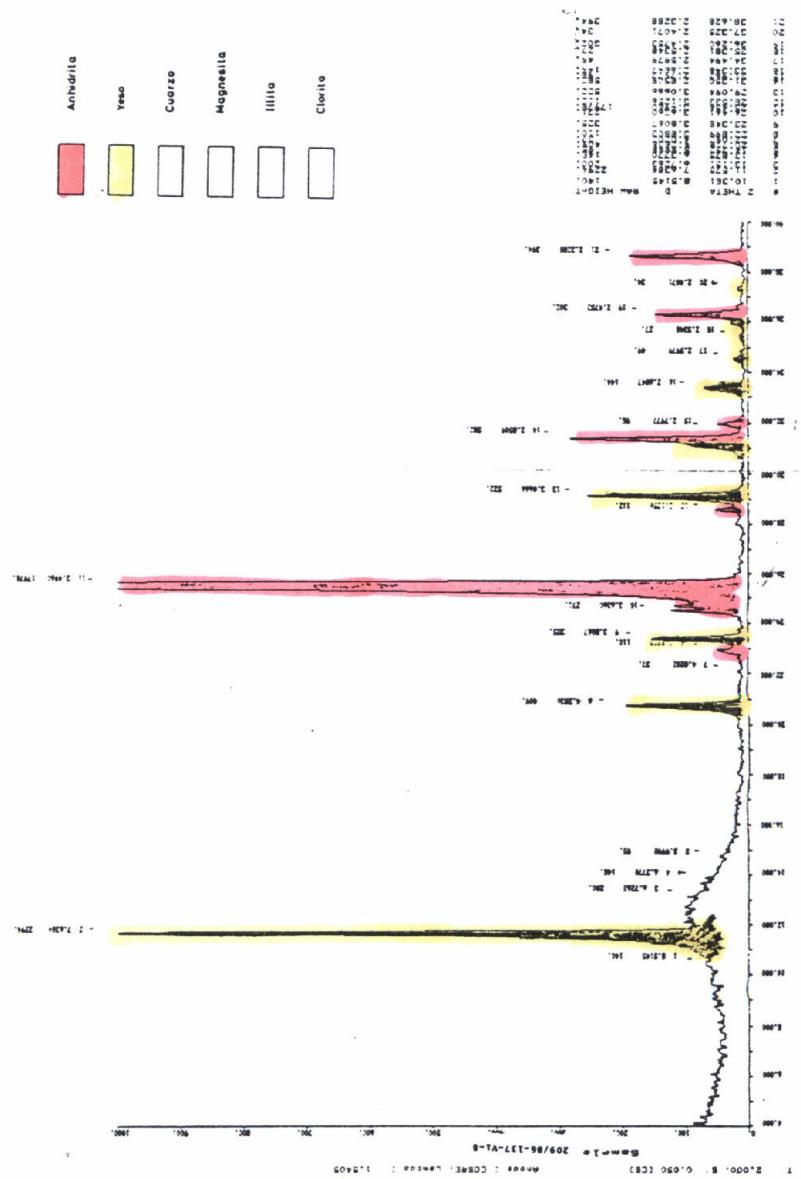
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
0,21	<0,1	0,04	0,08	0,51	0,003	0,02

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
18,62	77,43	0,45	—	0,633	0,19



MUESTRA 209/86 - 137 - VI - 9

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
4.307	30.04	18.84	1.69	2.88	3.515	100.035	

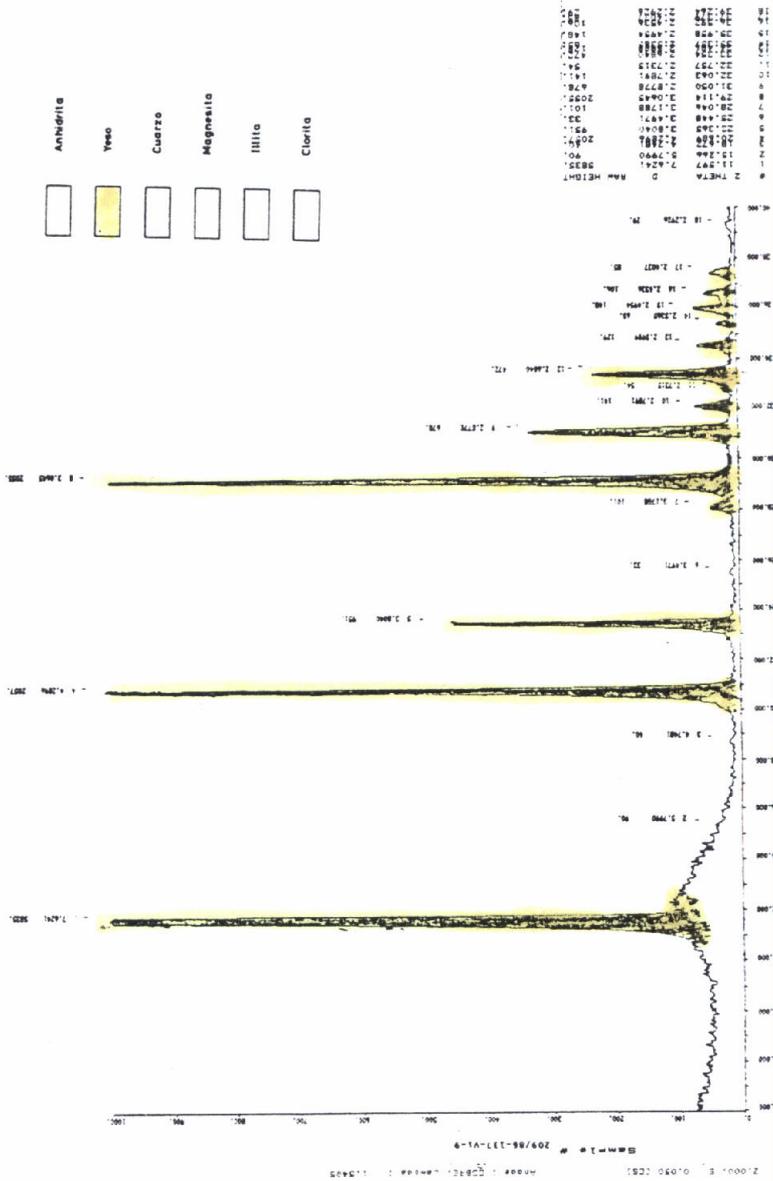
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
0.21	<0.1	0.04	1.01	2.21	0.005	0.04

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
91.95	—	3.52	—	1.685	2.88



MUESTRA 209/86-137-VI-10

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
45.67	31.73	19.82	0.17	1.06	0.925	99.375	

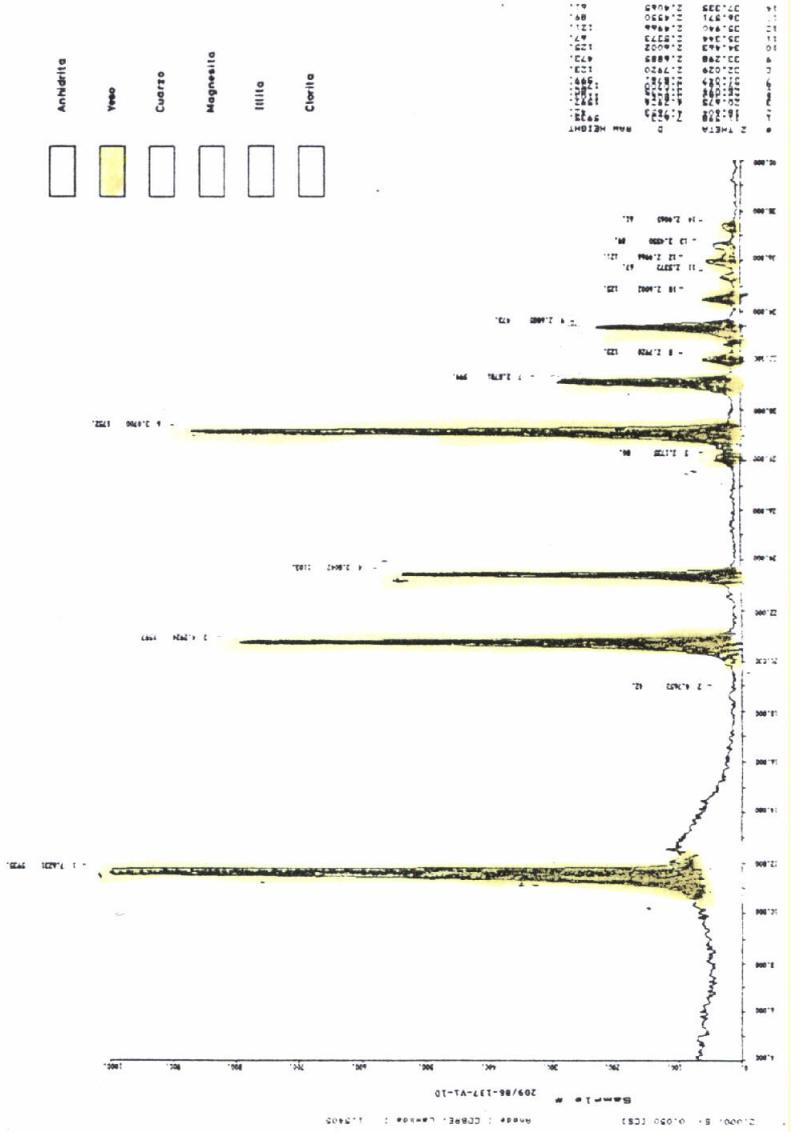
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
0.22	<0.1	0.34	0.05	0.02

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
97.22	—	0.35	—	0.745	1.06



MUESTRA 209/86 - 137 - VI - 11

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 100°	Residuo insoluble	TOTAL
42,27	29,57	18,82	0,74	1,96	6,774	100,134	

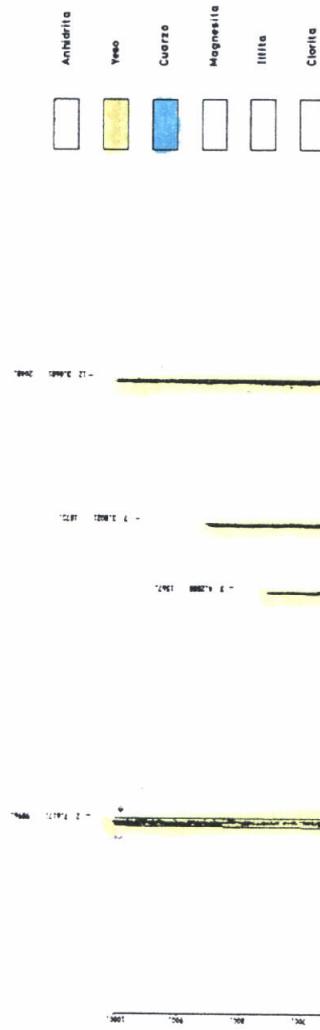
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
3,35	0,90	0,64	0,53	0,77	0,014	0,57

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
90,66	1,54	5,974	1,96		



2 THETA	INTENSITY
9.100	100
11.200	80
16.600	60
18.300	50
20.100	40
23.100	30
25.900	20
26.600	15
28.400	10
31.100	8
31.500	7
32.100	6
32.500	5
33.100	4
33.500	3
34.100	2
34.500	1
35.100	1
35.500	1
36.100	1
36.500	1
37.100	1
37.500	1
38.100	1
38.500	1
39.100	1
39.500	1

MUESTRA 209 / 86 - 137 - VI - 12

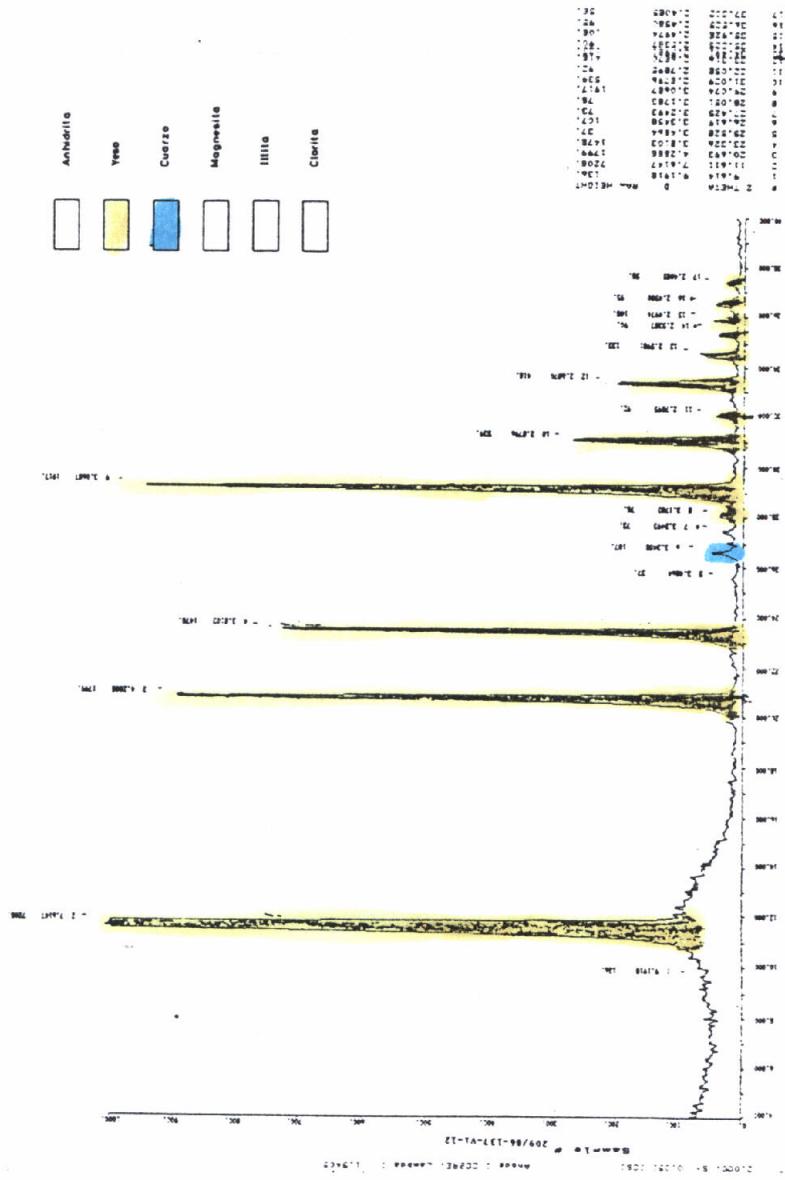
ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	CaO	H ₂ O	CO ₂	P. p.c a 1100t	Residuo insoluble	TOTAL
42,89	30,05	18,66	0,73	1,94	4,945	99,215

RESIDUO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	F ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
2,78	0,23	0,32	0,58	0,69	0,015	0,33	

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M ORGANICA
	91,60	1,54	---	4,155	1,94



MUESTRA 209/86 - 137 - VI - 13

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
45,65	31,97	19,81	0,08	1,19	0,668	99,368	

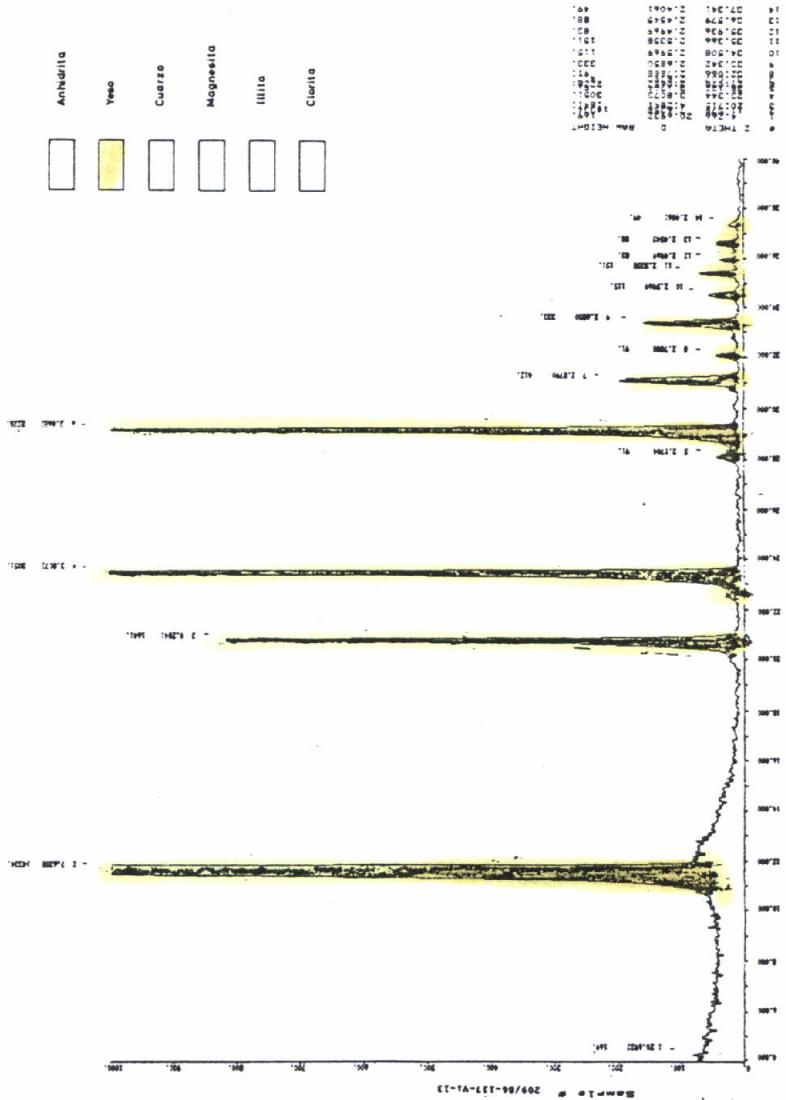
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
0,19	<0,1	0,04	0,12	0,28	0,018	0,02

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
97,43	—	0,16	—	0,588	1,19



MUESTRA 209/86-137-VI-14

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1.000±	Residuo insoluble	TOTAL
43,04	29,87	18,87	0,49	2,91	4,164	99,344	

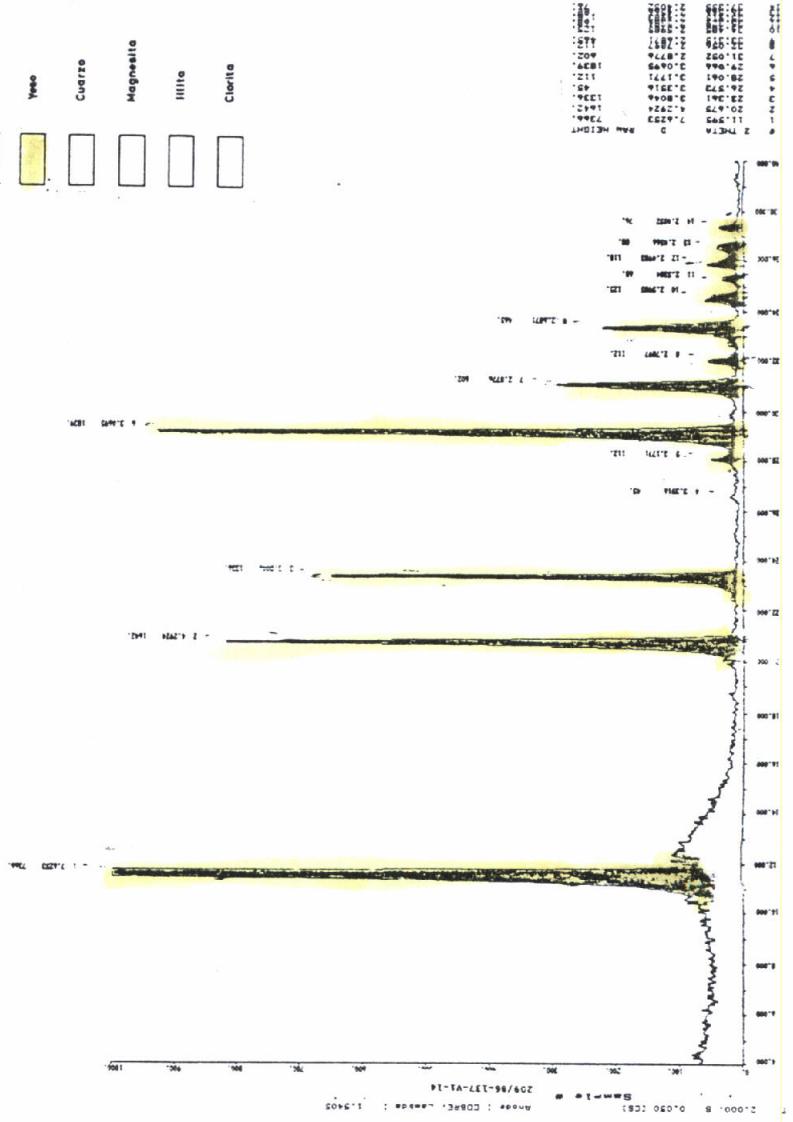
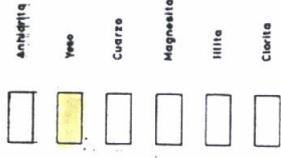
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
0,88	< 0,1	0,25	1,10	1,83	0,004	0,10

DIIFRACTOGRAMA

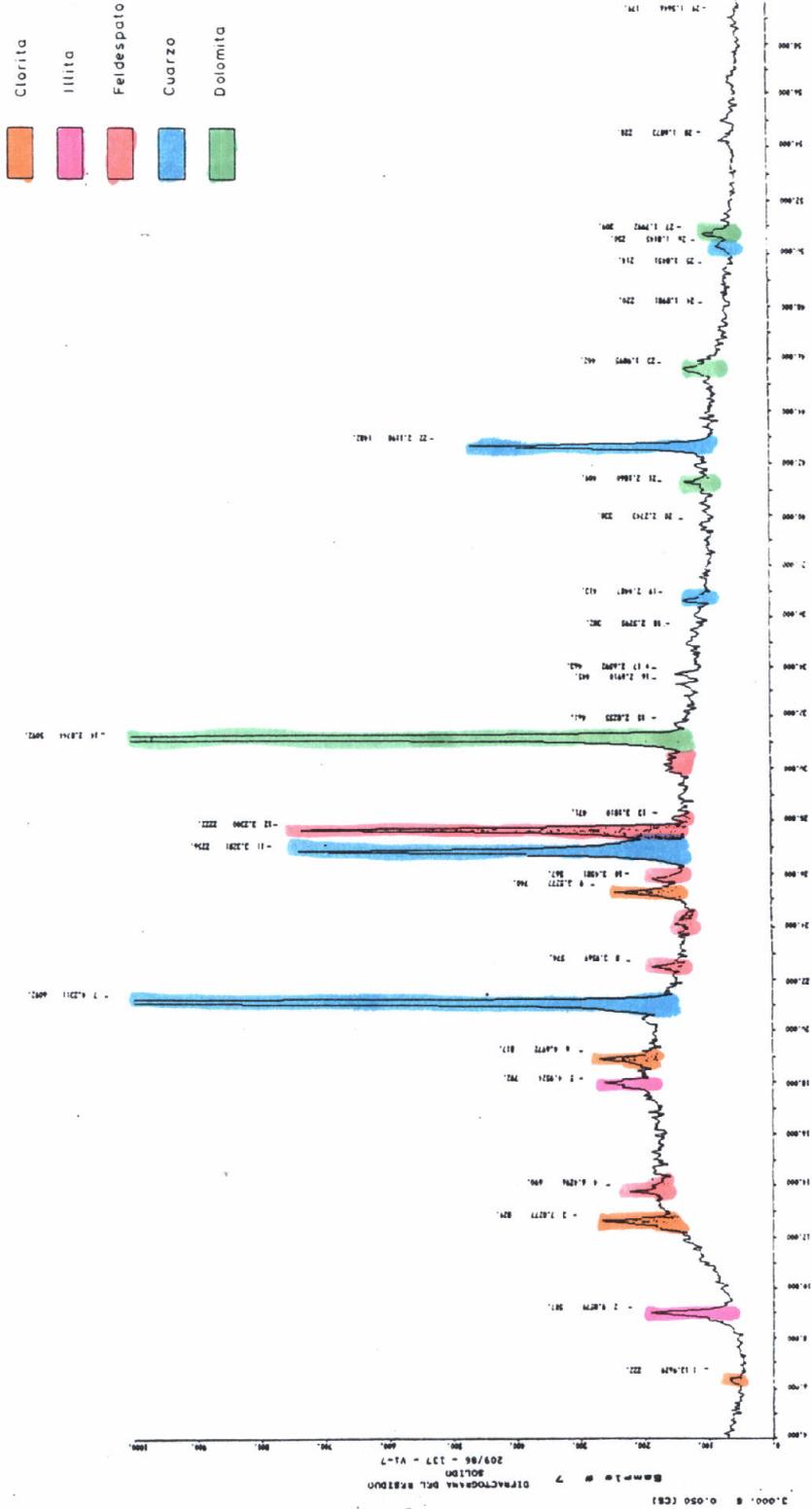
INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
91,78	—	1,02	—	3,634	2,91



MUESTRA 209/86-137-VI-7

DIFRACTOGRAMA DEL RESIDUO SOLIDO

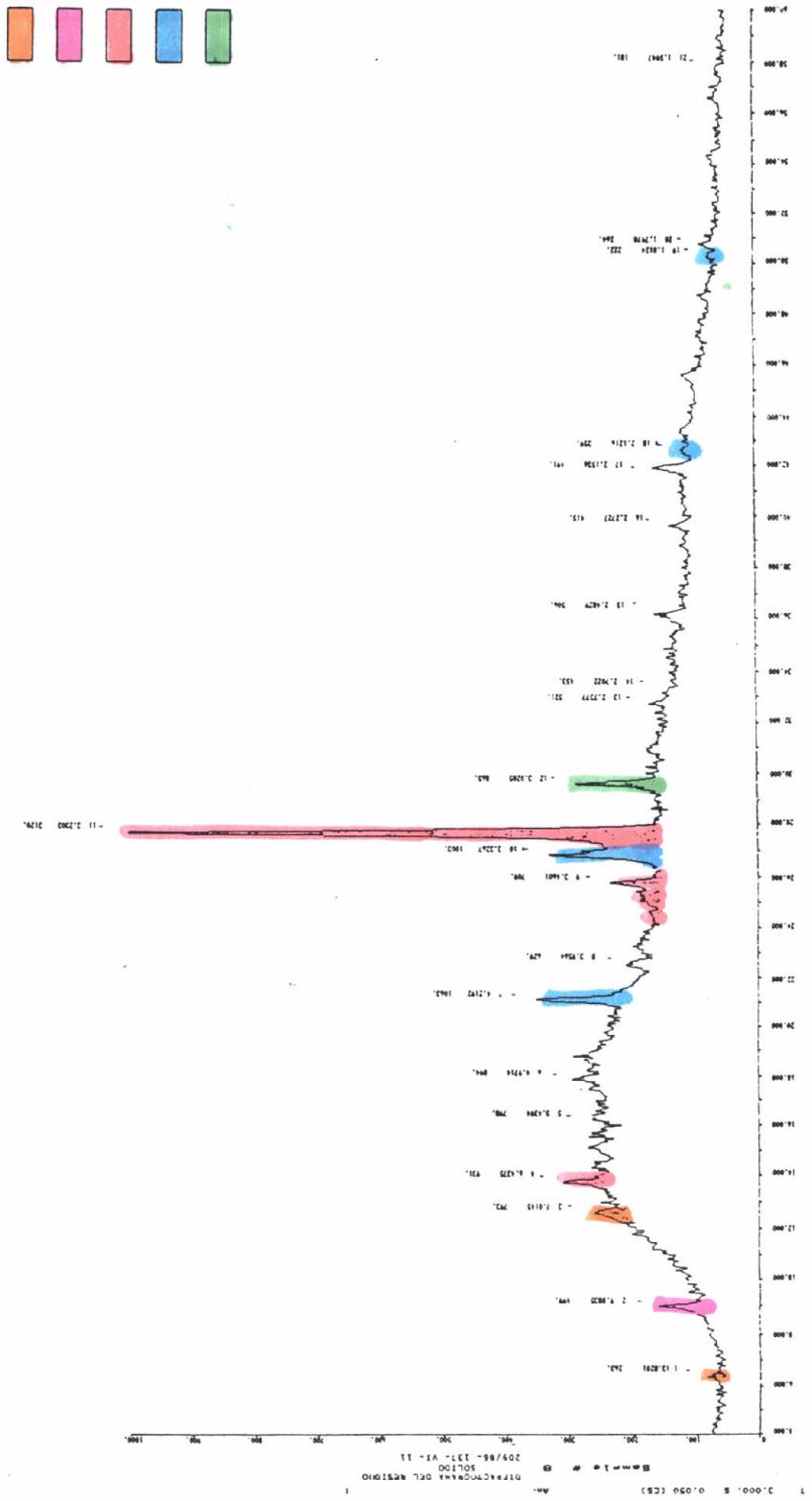


2-theta (degrees)	Miller Index (hkl)	Phase
1.13478	001	Dolomita
2.4878	001	Illita
3.1877	001	Clorita
4.4284	001	Feidespato
5.4477	001	Clorita
7.4221	001	Cuarzo
8.2584	001	Feidespato
9.2577	001	Clorita
10.4284	001	Feidespato
11.2584	001	Clorita
12.4878	001	Illita
13.1877	001	Clorita
14.4284	001	Feidespato
15.4477	001	Clorita
16.4221	001	Cuarzo
17.4284	001	Feidespato
18.4477	001	Clorita
19.4221	001	Cuarzo
20.4878	001	Illita
21.1877	001	Clorita
22.4284	001	Feidespato
23.4477	001	Clorita
24.4221	001	Cuarzo
25.4284	001	Feidespato
26.4477	001	Clorita
27.4221	001	Cuarzo
28.4284	001	Feidespato
29.4477	001	Clorita
30.4221	001	Cuarzo
31.4284	001	Feidespato
32.4477	001	Clorita
33.4221	001	Cuarzo
34.4284	001	Feidespato
35.4477	001	Clorita
36.4221	001	Cuarzo
37.4284	001	Feidespato
38.4477	001	Clorita
39.4221	001	Cuarzo
40.4284	001	Feidespato
41.4477	001	Clorita
42.4221	001	Cuarzo
43.4284	001	Feidespato
44.4477	001	Clorita
45.4221	001	Cuarzo

MUESTRA 209/86-137-VI-11

DIFRACTOGRAMA DEL RESIDUO SOLIDO

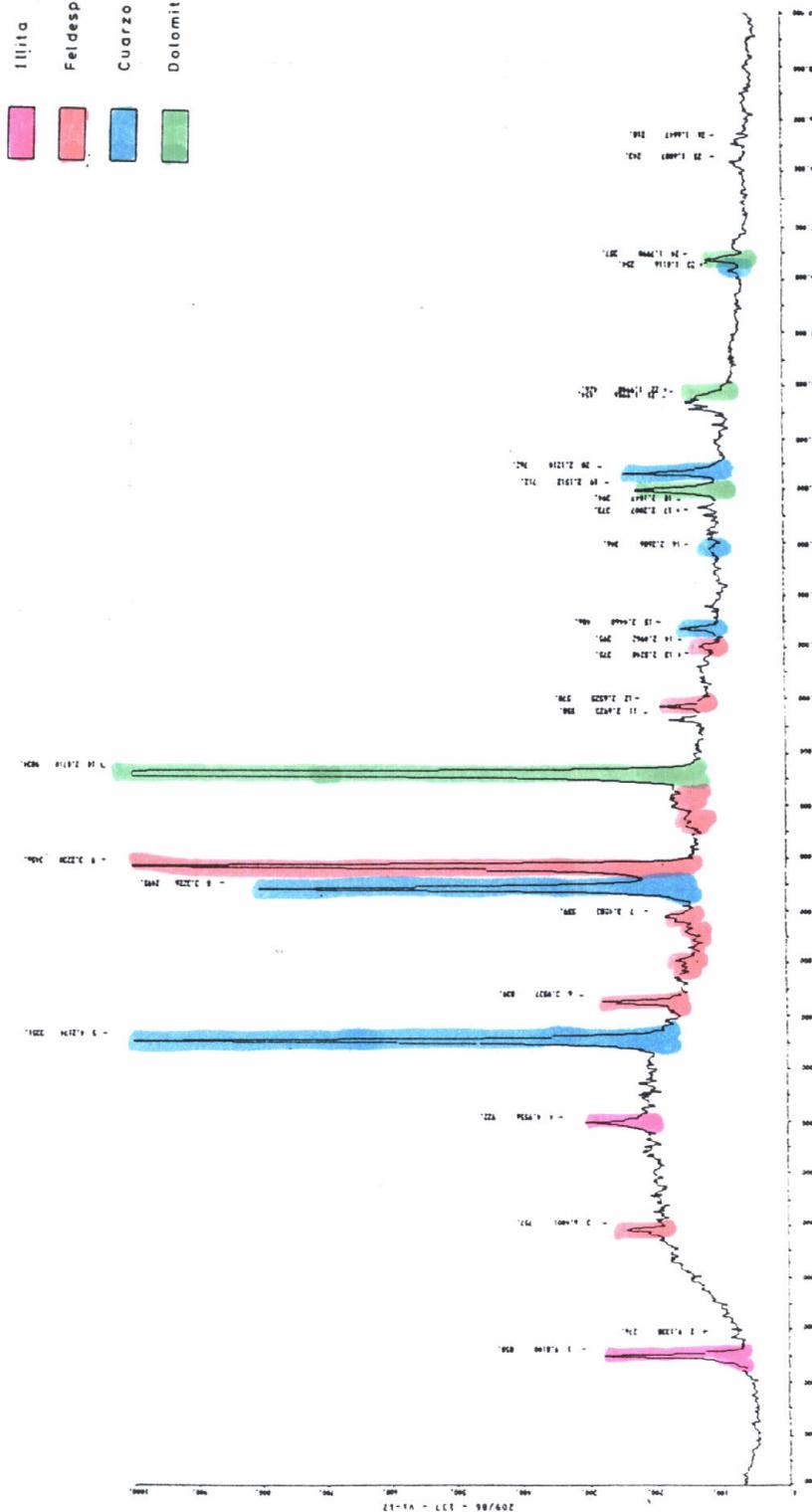
- Clorita
- Illita
- Feldespato
- Cuarzo
- Celestina



MUESTRA 209/86 - 137-VI-12

DIFRACTOGRAMA DEL RESIDUO SOLIDO

Illita
Feldespato
Cuarzo
Dolomita



2θ	d (Å)	hkl
2.8	31.8	001
10.5	8.4	002
16.5	5.4	003
20.5	4.4	004
21.5	4.2	004
22.5	4.0	004
23.5	3.8	004
24.5	3.7	004
25.5	3.5	004
26.5	3.4	004
27.5	3.3	004
28.5	3.2	004
29.5	3.1	004
30.5	3.0	004
31.5	2.9	004
32.5	2.8	004
33.5	2.7	004
34.5	2.6	004
35.5	2.5	004
36.5	2.4	004
37.5	2.3	004
38.5	2.2	004
39.5	2.1	004

MA 2000-5 0.030 (CS) 5
DIFRACTOGRAMA DEL RESIDUO SOLIDO
209/86 - 137 - VI-12

7.2.1.7.- Murguia (A - 2)

El diapiro de Murguia presenta forma anular. Aunque sus contactos son netos se encuentran varias escamas y jirones de materiales cretácicos sobre él o sobre la zona de borde. Está recubierto en gran parte por materiales terciarios y cuaternarios y el grado de recubrimiento vegetal es muy elevado.

La antigua mina de Islarra está hoy totalmente arrasada por las instalaciones y el movimiento de tierras llevado a cabo durante la construcción de la autopista. No obstante, la misma autopista favorece la observación de los materiales triásicos, formados por arcillas abigarradas, ofitas y yesos que en esta zona de borde forman masas desconectadas unas de otras.

7.2.1.8.- Maestu (A - 3)

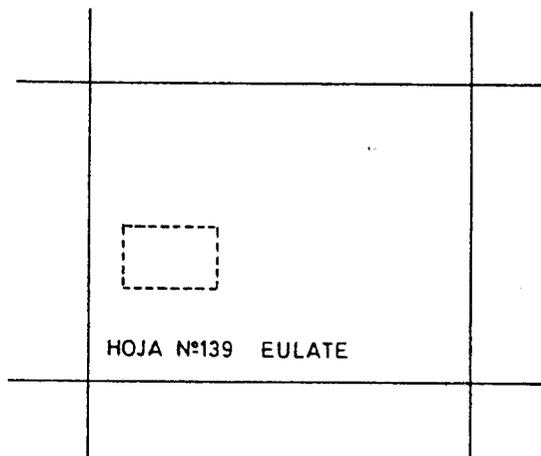
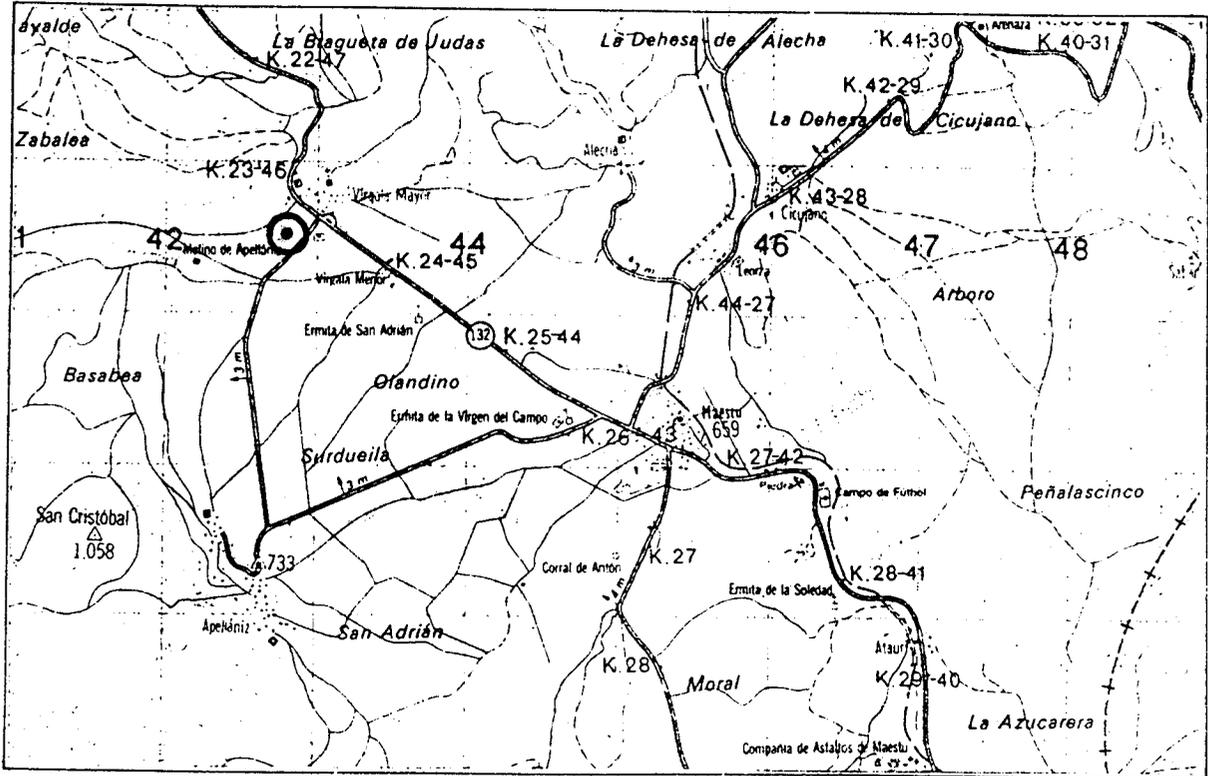
El Trias de Maestu constituye un afloramiento semicircular de unos 5 por 3 Km de envergadura. En general la zona está recubierta de pastos y se observa en algunas áreas un gran tapiz de cantos redondeados (gravas), que en ocasiones han sido explotados en canteras, presumiblemente para construcción. Las observaciones realizadas sobre los afloramientos existentes nos indican la existencia de un Trias lutítico - carbonatado, y especialmente calcáreo en las inmediaciones de Maestu, observándose en la trichera de la carretera una secuencia calizo - dolomítica gris y tableada de una potencia superior a 50 m.

De la carretera que une Virgala Mayor con Maestu, a 300 m de la primera localidad citada, parte otra carretera hacia Apellaniz a unos 350 m (a la derecha) y unos 200 m de la carretera hay una excavación (alberca), donde han sacado algunos bloques de yeso masivo de poca entidad, de estos se ha obtenido la muestra 209/86 - 139 - Vi - 15. No pensamos que la excavación haya sido con fines de explotar yeso, sino más bien la de recoger agua para el ganado.

En las inmediaciones de Maestu existen algunas cicatrices de disolución en hondonadas (dolinas), que posiblemente correspondan a disoluciones sobre cuerpos calcáreos (por la proximidad en superficie de éstos),

más que de paquetes salinos, aunque este hecho habría que comprobarlo.

Los relieves carbonatados circundantes pertenecientes al Terciario y Cretácico, se observan relativamente horizontales en las inmediaciones y contornos del Trias, por tanto no parece haber basculamientos ocasionados por dicho Trias. Este hecho, unido a que las facies observadas son carbonatadas, permite deducir que no hay efectos de diapirismo notables.



SITUACION DE LAS MUESTRAS

209/86 - 139 - VI - 15

MUESTRA 209/86 - 139 - VI - 15

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
44,79	31,34	14,59	2,14	3,31	3,677	98,8	

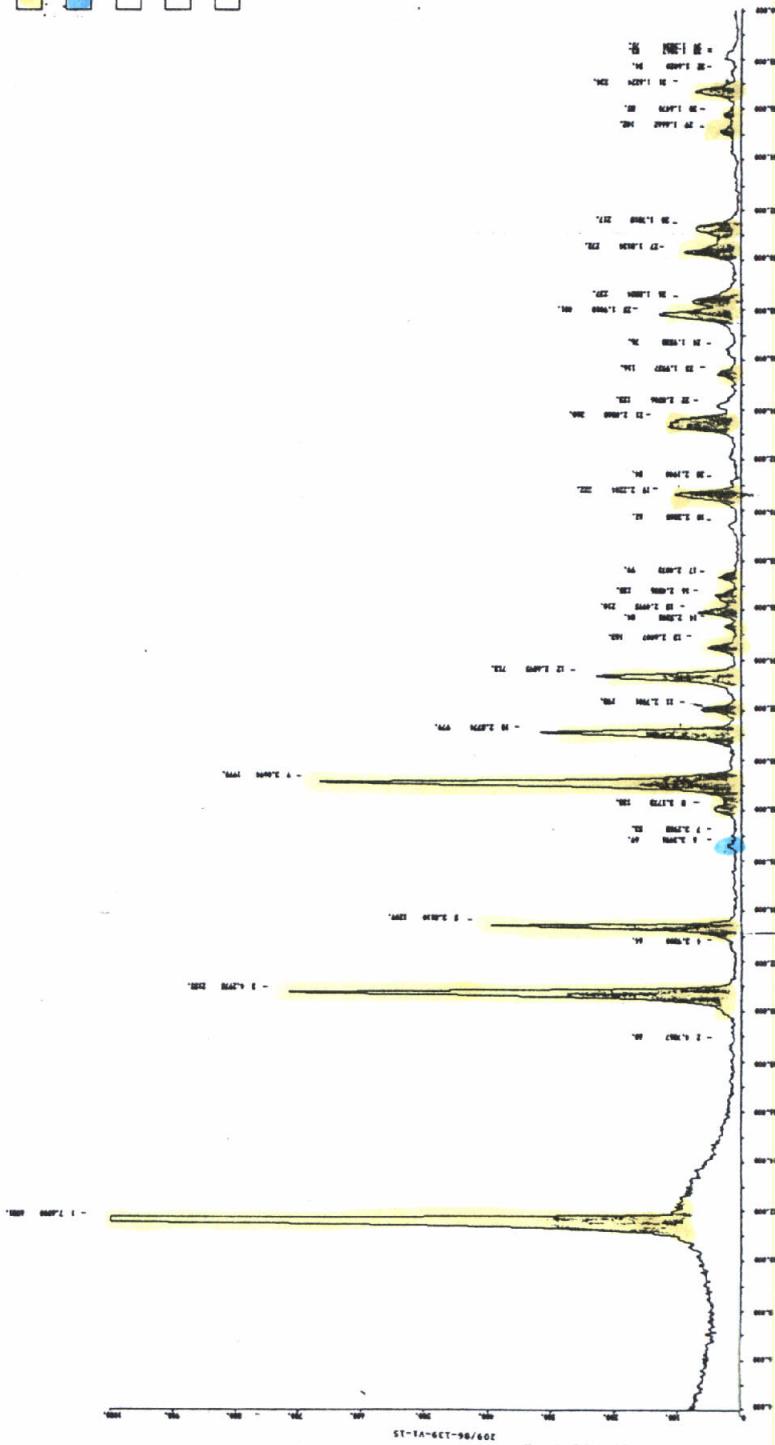
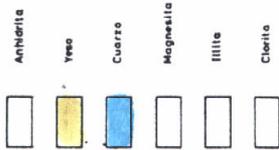
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
1,03	<0,1	0,18	0,71	1,64	0,017	0,10

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
90,72	---	4,47	---	1,347	3,31



7.2.1.9.- Peñacerrada (A - 4)

Se han realizado varios cortes o travesías sobre este Trias que tiene unas dimensiones de unos 5 Km de largo por 1.5 de ancho, alineado N - S.

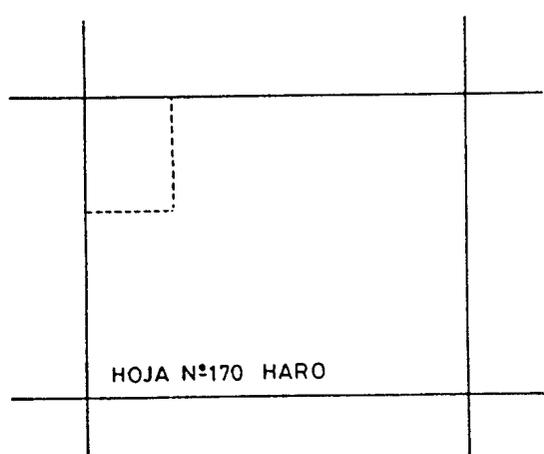
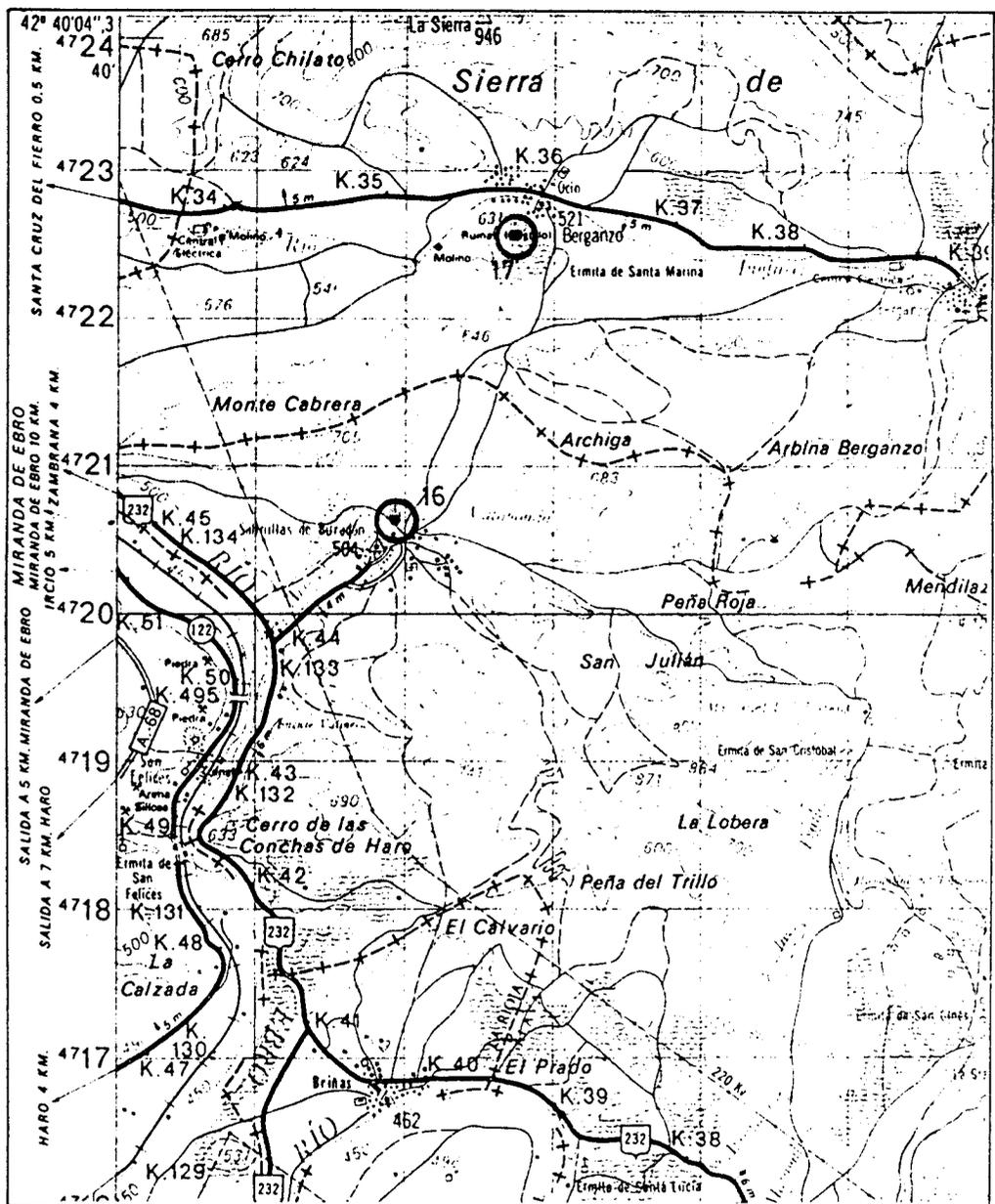
En las inmediaciones de Moraza se ha reconocido una antigua cantera de arcillas rojas; en ésta se observan láminas de yeso secundario de espesor milimétrico a centimétrico. También parece que se han extraído arenas (areniscas) del Terciario situado sobre dicho Trias.

En las inmediaciones de Peñacerrada y hacia el SO, las facies detectadas corresponden esencialmente a arcillas rojas. Existen además varios enclaves de rocas volcánicas y sobre uno de ellos hay ubicada una cantera.

7.2.1.10.- Salinillas de Buradón (A - 5)

En las inmediaciones de dicho pueblo se ha observado gran cantidad de arcillas rojas con niveles centimétricos y discontinuos, de aspecto brechoide de yesos, con tonalidades rojizas, negruzcas o blancas principalmente recristalizados. Se ha tomado la **muestra 209/86 - 170 - Vi - 16.**

Al N de Salinillas de Buradón y en las inmediaciones de la localidad de Ocio, se ha detectado una antigua labor donde extrajeron yeso. Dicha labor es extremadamente irregular y consta de varios frentes de explotación, siempre o casi siempre asociados a niveles dolomíticos aún visibles en el campo. El yeso es laminado, presenta buen aspecto, en principio pudiera tener interés hacer un reconocimiento más detallado, aunque presumiblemente, y dada la proximidad de Jurásico y Cretácico, dicho afloramiento tenga escasas dimensiones. Se ha tomado la **muestra 209/86 - 170 - Vi - 17.**



HOJA N°170 HARO

SITUACION DE LAS MUESTRAS
 209 / 86 - 170 - VI 16 y 17

MUESTRA 209/86 - 170 - VI - 16

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100:	Residuo insoluble	TOTAL
44,31	31,22	17,33	0,75	1,67	3,776	99,056	

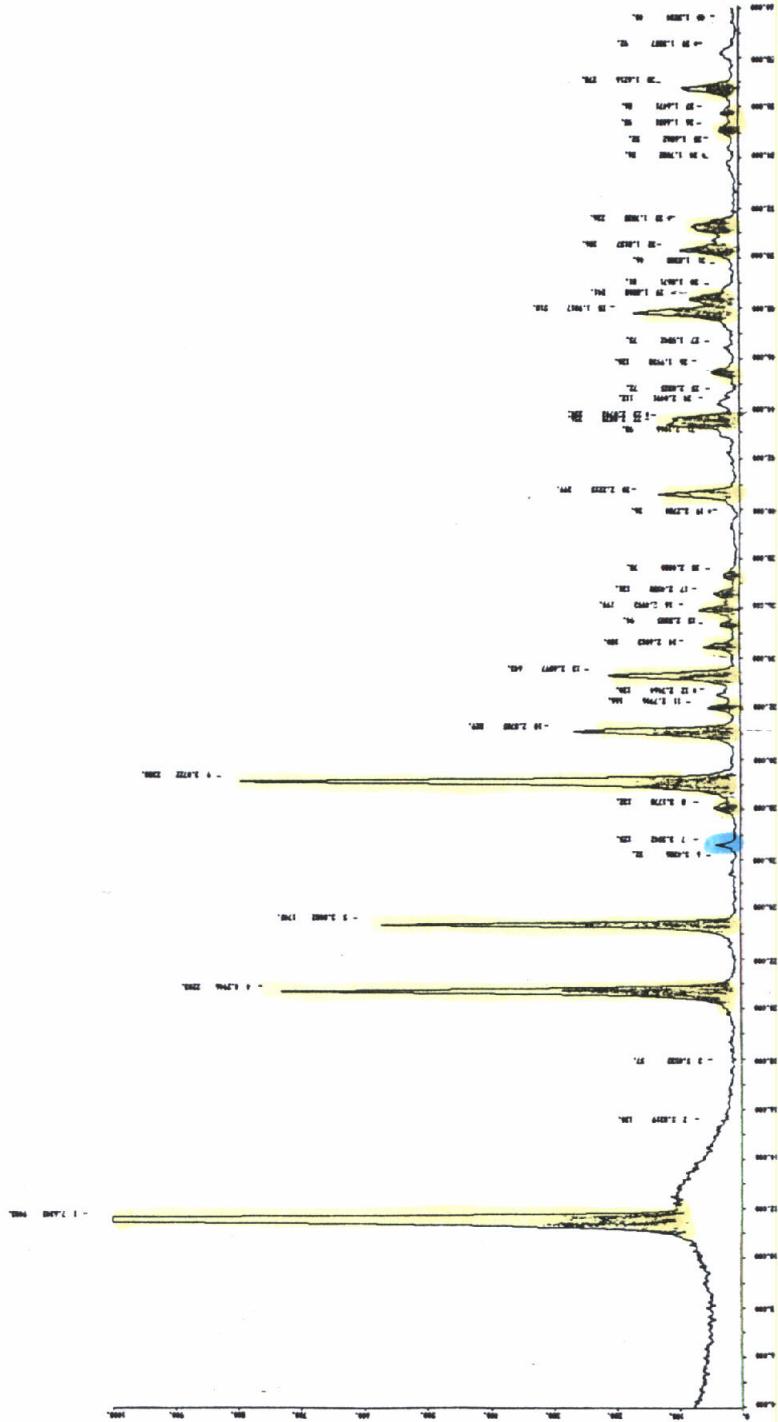
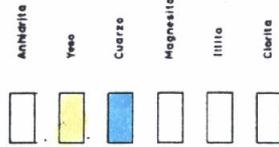
RESIDUO

SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
1,51	0,32	0,24	0,39	0,016	0,08

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M ORGANICA
92,86	1,43	3,096	1,67		



MUESTRA 209/86-170-VI-17

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
44,52	31,78	18,41	1,22	1,38	3,083	100,393	

RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
0,20	< 0,1	2,19	0,013	0,03

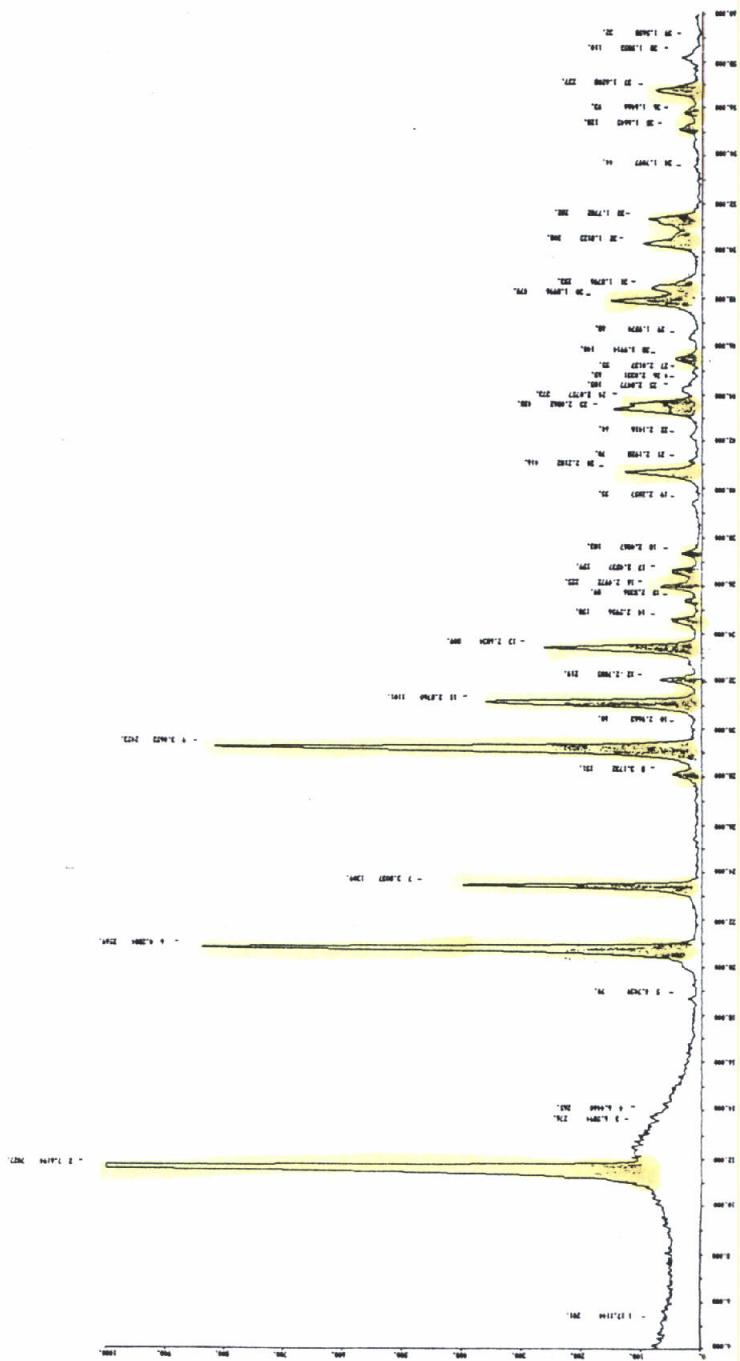
DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
94,71	---	2,54	---	1,763	1,38

Legend for mineral identification:

- Anhidrita:
- Yeso:
- Cuarzo:
- Magnesita:
- Illita:
- Ciselta:



Model: COME, Lambda: 1.9403

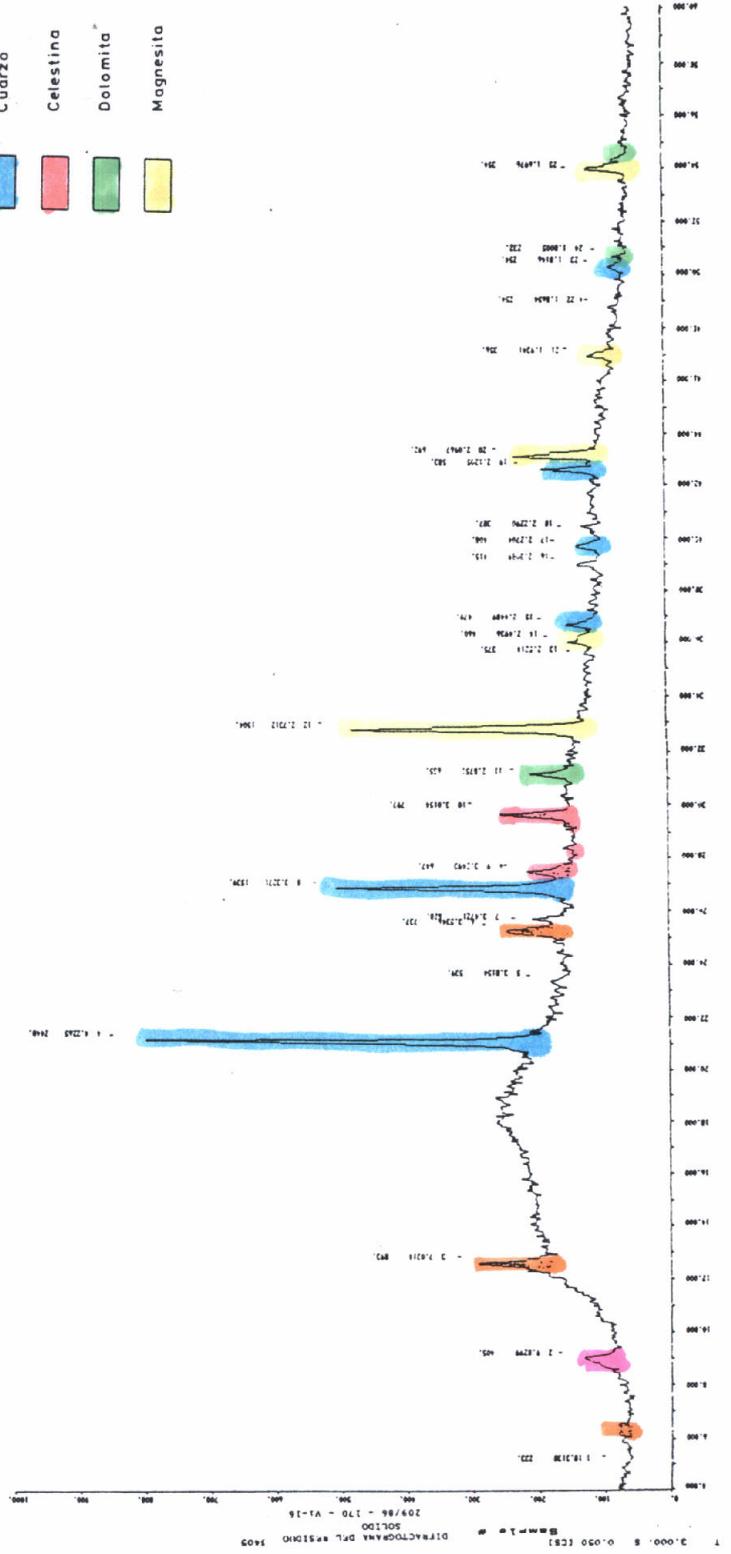
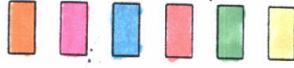
Table of peak data (2θ, Intensity):

2θ	Int
9.4	100
11.5	10
17.5	15
20.5	12
23.5	18
25.5	10
28.5	15
30.5	12
32.5	10

MUESTRA 209/86 - 170 - VI - 16

DIFRACTOGRAMA DEL RESIDUO SOLIDO

- Clorita
- Illita
- Cuarzo
- Celestina
- Dolomita
- Magnesita



7.2.1.11.- Asteasu - Zizurkil - Aduna (G - 1)

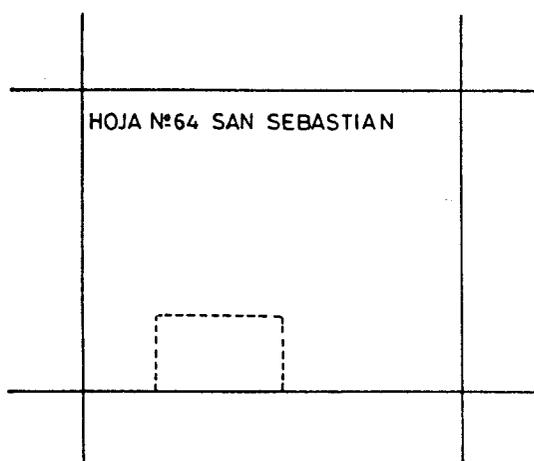
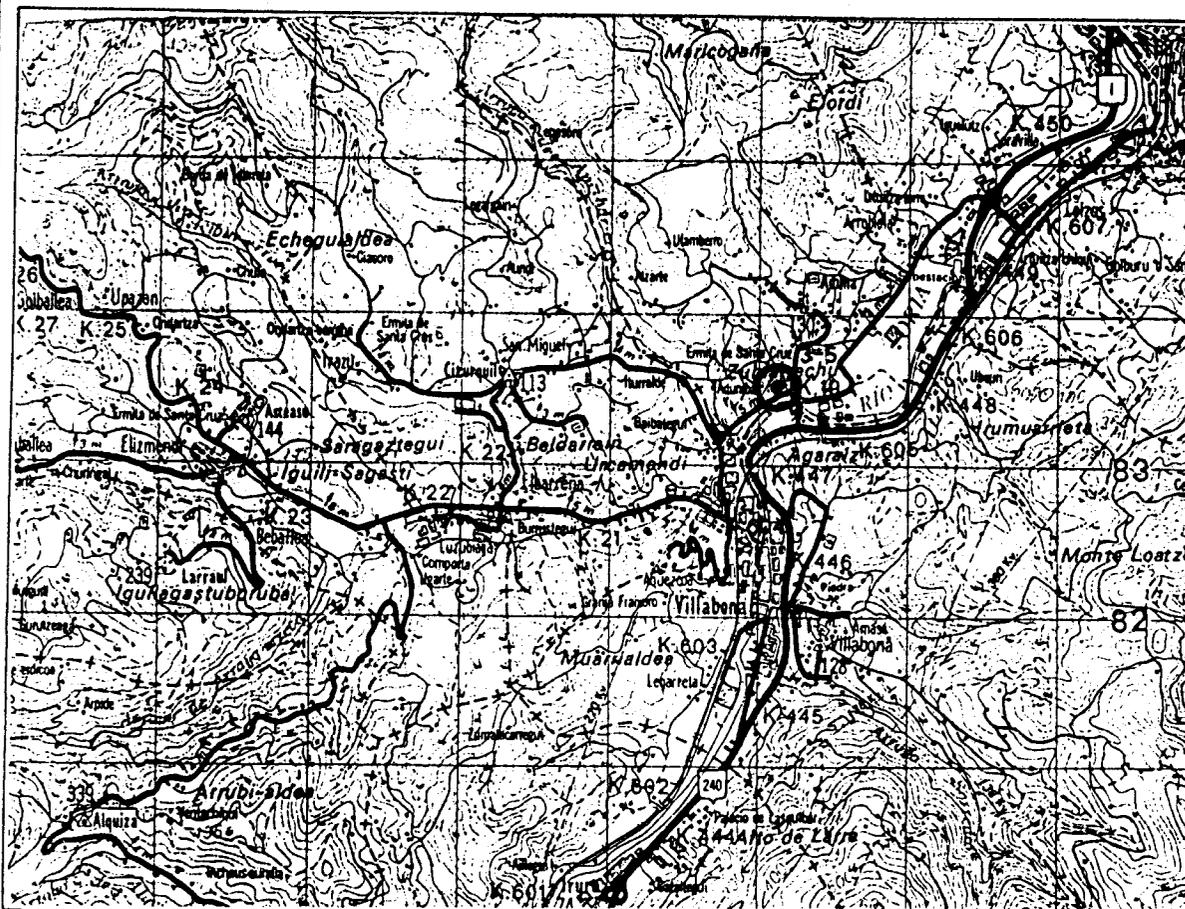
A pesar del gran recubrimiento existente en este área se distinguen en algunos puntos los materiales triásicos, que han sido objeto de explotación para la extracción de yesos.

El punto más interesante es la mina Miravalles de Aduna. Consiste en una explotación por cámaras y pilares, algunas de estas cámaras se han hundido (en la zona (próxima a la entrada N), dejando ver en superficie masas de yeso sacaroideo muy blanco. la explotación tuvo un tamaño relativamente grande que actualmente se utiliza como vertedero de lodos industriales por la empresa HIDRONOR S.A. (ver mapas de labores enexas).

El resto de los indicios de esta zona han sido prácticamente arrasados. En Asteasu, las minas M^a Milagros y Laurak-bat se encuentran bajo el casco urbano, no observándose ningún resto.

Entre Asteasu y Villabona se sitúa el caserío Zubizarreta, al lado de la carretera. al Sur del cual están las minas San Juan, Basilisa y otras de las que no quedan vestigios.

Las **muestras 209/86 - 64 - SS - 3 y 209/86 - 64 - SS - 5** se han tomado en el exterior de la mina Miravalles.



HOJA Nº64 SAN SEBASTIAN

SITUACION DE LAS MUESTRAS
209/86-64-SS-3 Y 5

MUESTRA 209/86 - 64 - SS - 3

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
45.00	31.63	19.42	0.22	1.37	1.41	99.06

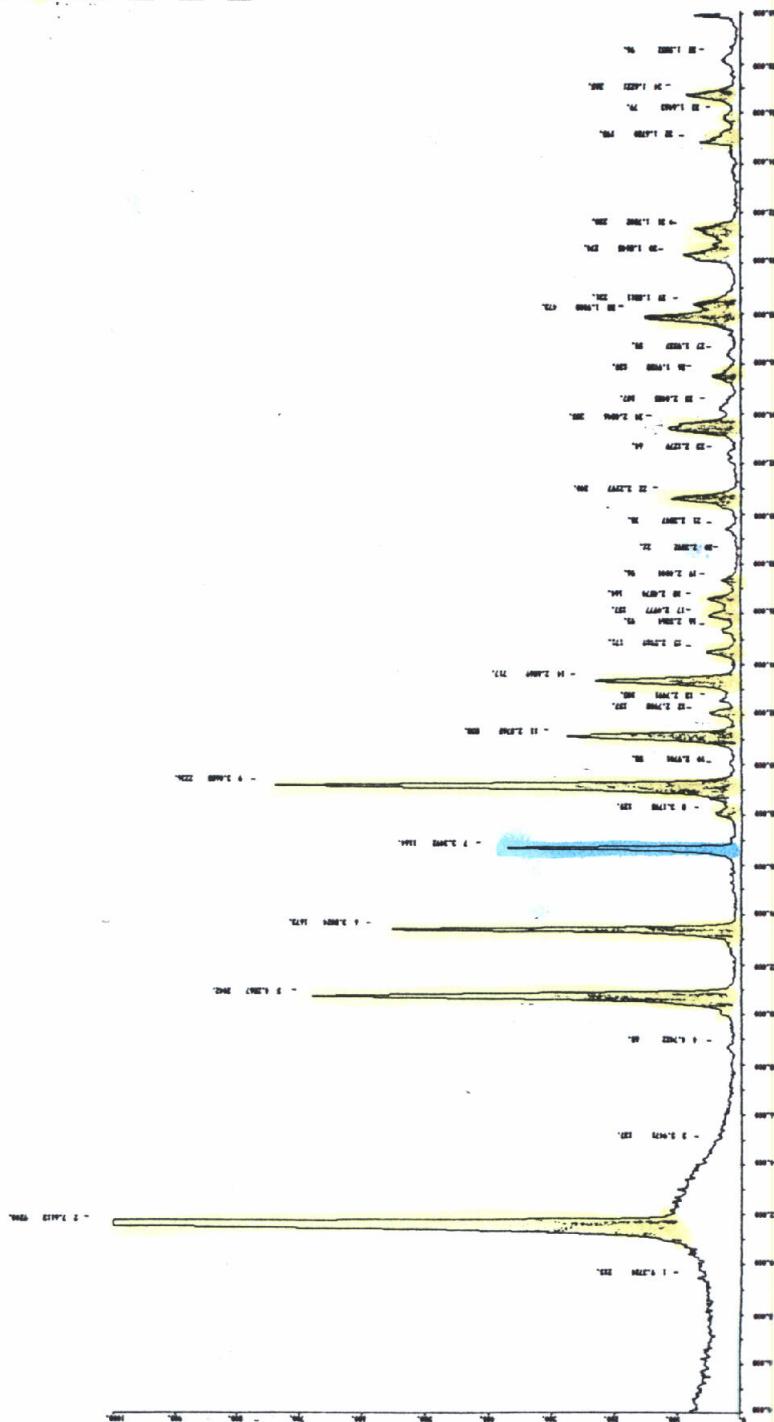
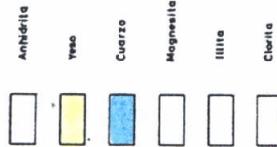
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
0.62	<0.1	0.06	0.32	0.36	0.010	0.040

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
96.05	—	0.46	—	1.17	1.37



1 3.000, 0.000 (CR) Made: CONE. LAMDA : 1.5405

MUESTRA 209 / 86 - 89 - SS-5

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
45.00	31.63	19.42	0.22	1.37	1.41	99.06	

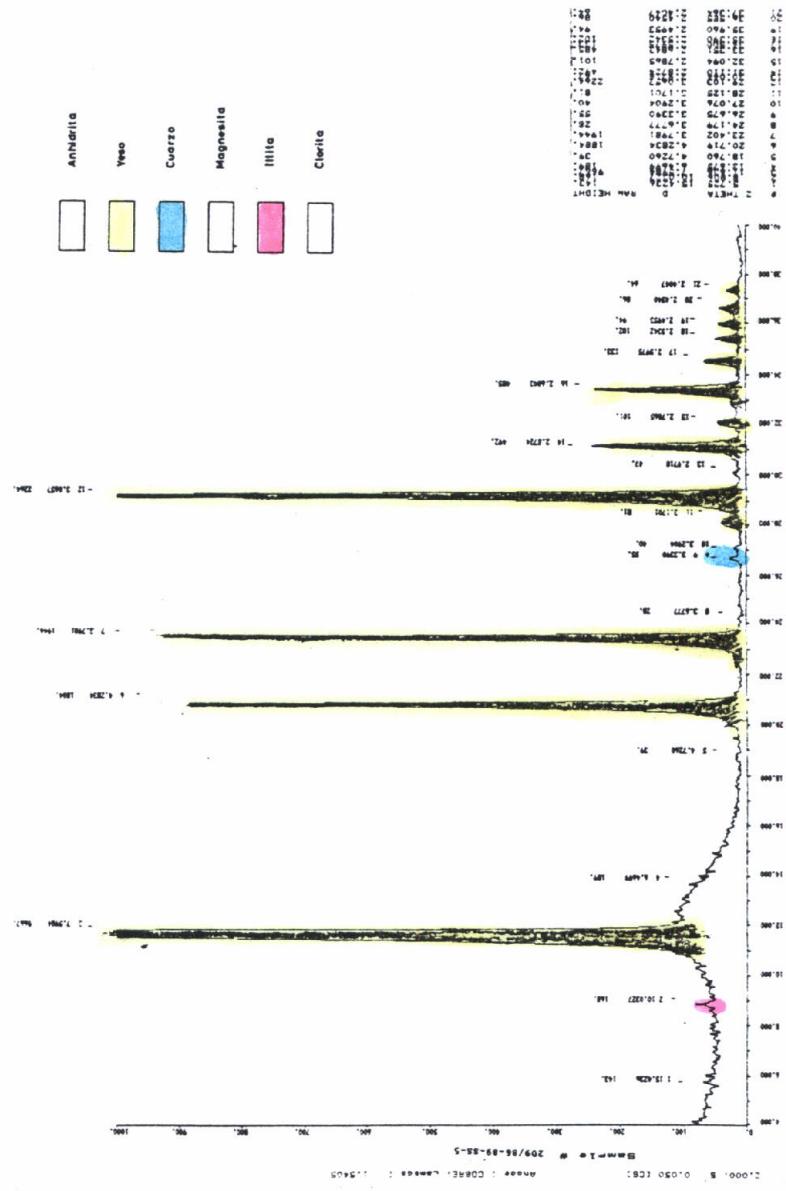
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
0.62	<0.1	0.06	0.32	0.36	0.010	0.04

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M.ORGANICA
96.05	—	0.46	—	1.17	1.37



7.2.1.12.- Alzo - Alegría de Oria (G - 2)

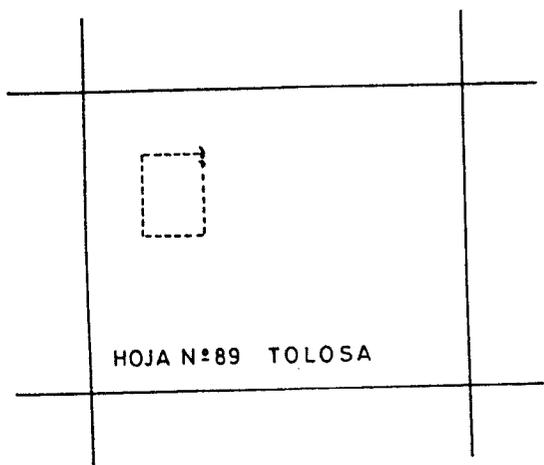
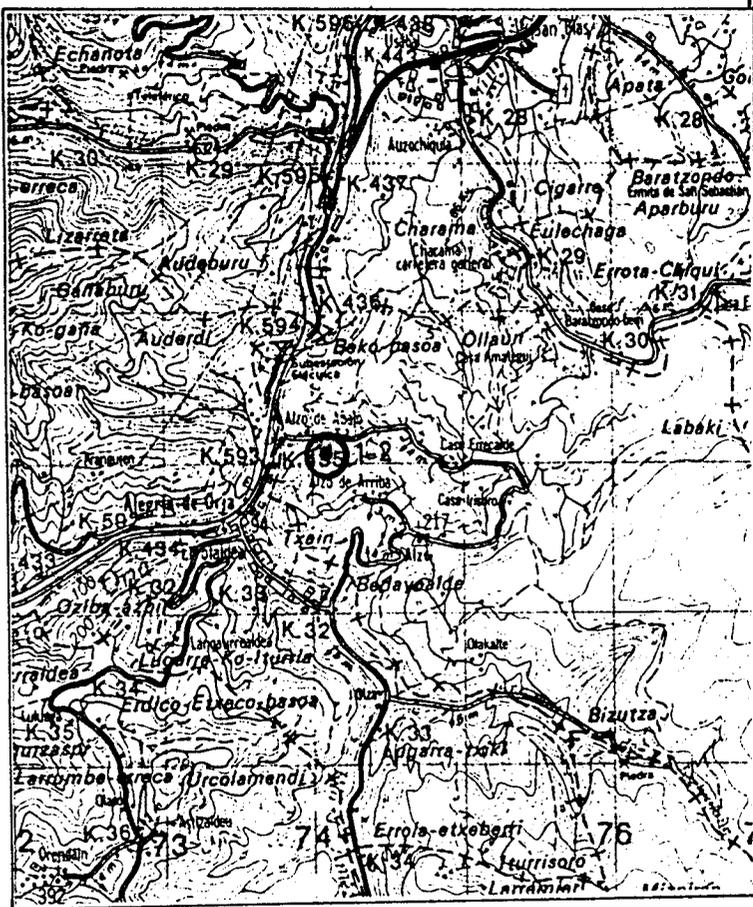
En esta alineación se tiene conocimiento de dos minas importantes: Kaolin - Eder, en Alzo de Abajo y Sta. Bárbara, cuya bocamina se encuentra al lado del frontón de Alegría.

Ambas están abandonadas y en mal estado; en Sta. Bárbara no se puede acceder al interior.

En Kaolín - Eder, **Muestra 209/86 - 89 - SS - 2**, hay dos bocas, una tallada en ofitas y obstruida a los 70 m. La boca se sitúa en la parte alta de la explotación, en una zona donde existieron labores a cielo abierto. Se aprecia una potencia de yesos superior a los 10m.

MUESTRA 209/86 - 89 - SS - 1

Estas dos minas, junto con prolongaciones suyas de distintos nombres, se desarrollaron en el interior del cerro sobre el que se sitúa la ermita de Sta. Bárbara, en Alzo de Arriba, apreciándose en superficie numerosos conos de colapso producidos por disolución de yesos. (Ver mapas de labores anexos)



HOJA N°89 TOLOSA

SITUACION DE LAS MUESTRAS
 209/86 - 89 - SS -1y2

MUESTRA 209/86 - 89 - SS - 1

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.p.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
18,61	13,41	6,80	13,83	5,57	38,12	96,34	

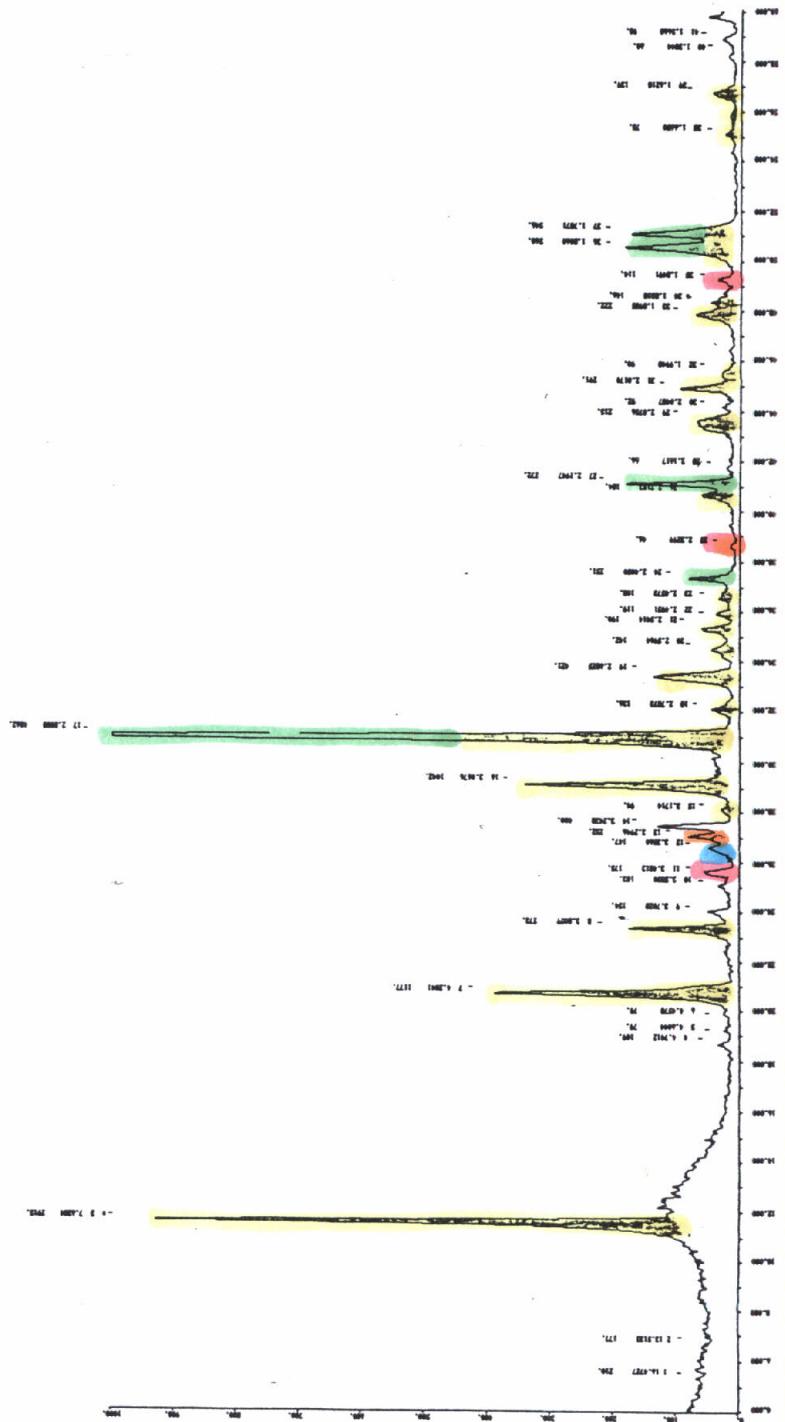
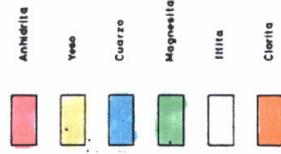
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
10,76	3,77	1,67	9,77	12,10	0,030	0,02

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
38,82	—	28,91	—	23,04	5,57



2.000 0.050 (C) 1.9408
 209/86-89-23-1
 209/86-89-23-1

MUESTRA 209/86-89-SS-2

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.P.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
42,75	29,90	18,42	0,13	2,68	4,441	98,321	

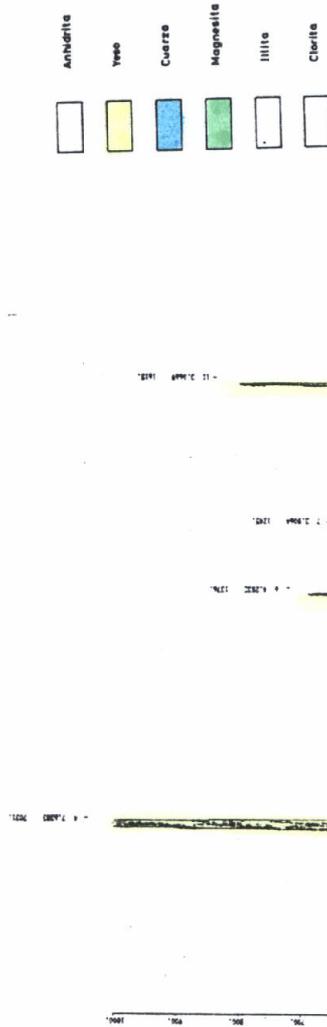
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
1,78	0,30	0,63	1,43	0,14	0,011	0,15

DIFRACTOGRAMA

INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
91,07	—	—	0,25	4,321	2,68

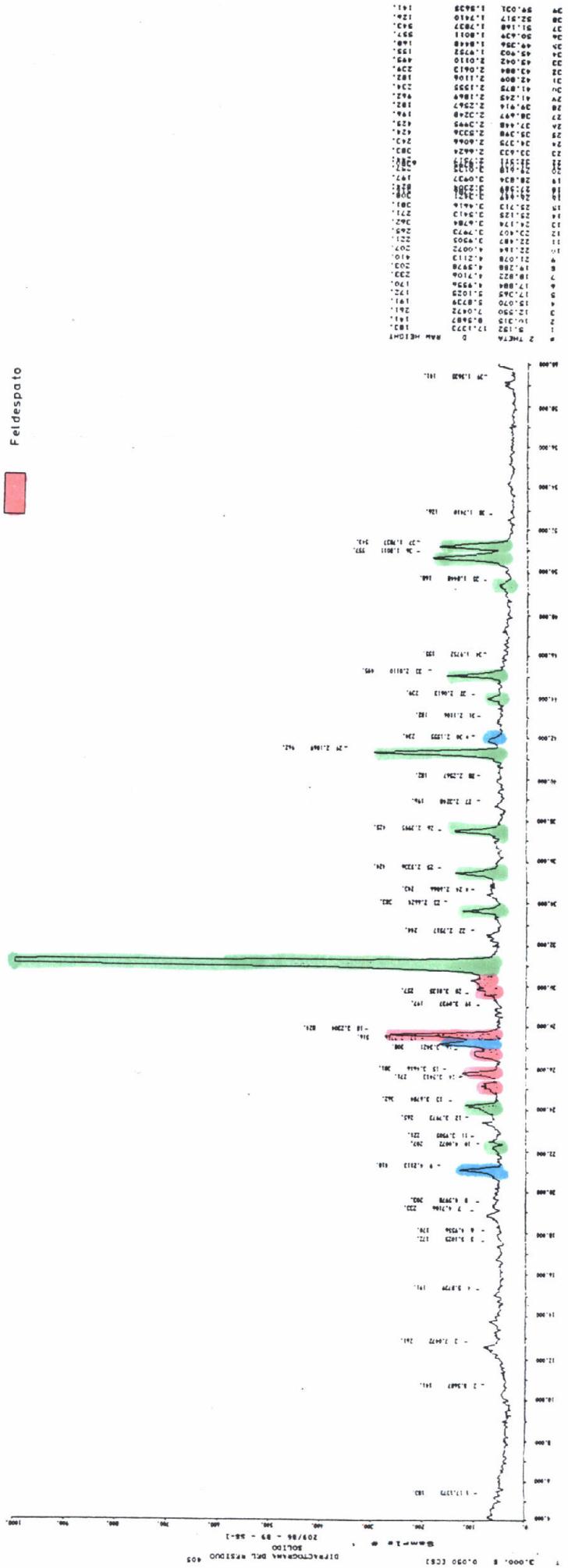


#	2 THETA	D	h	k	l	Intensidad
1	12.1	7.37	0	0	1	100
2	17.1	5.21	0	0	2	80
3	21.1	4.22	0	0	3	60
4	22.1	4.07	0	0	4	50
5	23.1	3.92	0	0	5	40
6	24.1	3.77	0	0	6	30
7	25.1	3.62	0	0	7	20
8	26.1	3.47	0	0	8	15
9	27.1	3.32	0	0	9	10
10	28.1	3.17	0	0	10	5
11	29.1	3.02	0	0	11	5
12	30.1	2.87	0	0	12	5
13	31.1	2.72	0	0	13	5
14	32.1	2.57	0	0	14	5
15	33.1	2.42	0	0	15	5
16	34.1	2.27	0	0	16	5
17	35.1	2.12	0	0	17	5
18	36.1	1.97	0	0	18	5
19	37.1	1.82	0	0	19	5
20	38.1	1.67	0	0	20	5
21	39.1	1.52	0	0	21	5
22	40.1	1.37	0	0	22	5
23	41.1	1.22	0	0	23	5
24	42.1	1.07	0	0	24	5
25	43.1	0.92	0	0	25	5
26	44.1	0.77	0	0	26	5
27	45.1	0.62	0	0	27	5
28	46.1	0.47	0	0	28	5
29	47.1	0.32	0	0	29	5
30	48.1	0.17	0	0	30	5
31	49.1	0.02	0	0	31	5
32	50.1	0.00	0	0	32	5

MUESTRA 209/86 - 89-SS-1

DIFRACTOGRAMA DEL RESIDUO SOLIDO

Cuarzo
Dolomita
Feldespato



7.2.1.13.- Bergara (G - 3)

El Trias Keuper aflora según una banda ONO-ESE que se corta en la carretera de Bergara a Azkoitia.

Se tiene conocimiento de varias explotaciones. La principal, denominada yesera Arane se encuentra derrumbada. Según el plano de labores era de dimensiones reducidas. Además existieron otras dos explotaciones denominadas "Elgarresta" y " Goenaga" que se encuentran actualmente bajo un polígono industrial. (Ver mapas de labores anexos)

7.2.1.14.- Berastegui - Tolosa (G - 4)

En esta zona los afloramientos de Trias Keuper son muy escasos, es casi todo Muschelkalk.

Al parecer las labores mineras se limitan a pequeñas labores de investigación, rozas y calicatas, que no tuvieron ninguna continuidad.

En la zona de Elduayen los afloramientos de Keuper son más extensos, pero ni se han visto yesos en los recorridos de campo ni se tiene noticia alguna en la zona, sobre explotaciones o labores antiguas.

En Leaburu, al E de Tolosa se explotó una mina de arcillas cloríticas y yeso, en las proximidades del caserío Mala. La explotación se realizaba por el método de cámaras y pilares. Aunque la entrada a la explotación se encuentra totalmente arrasada se han producido varios conos de colapso, uno de ellos recientemente, que indican el método de explotación. Aunque se ha tenido acceso al interior de uno de ellos (el otro ha sido rellenado pues amenazaba peligro), sólo se tienen datos de su morfología pues el estado actual del mismo no permite la aproximación a las paredes donde presumiblemente queda mineral. En la zona alta la facies observable es arcillosa.

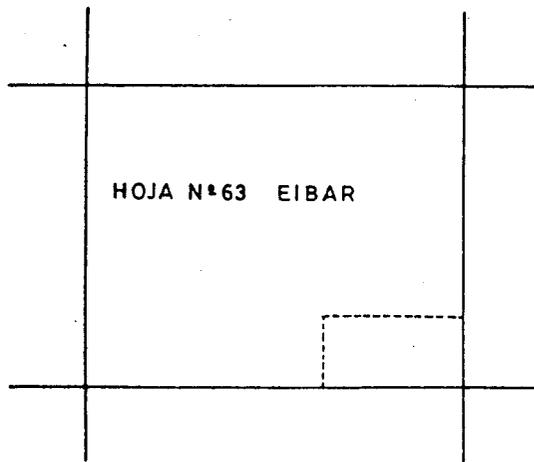
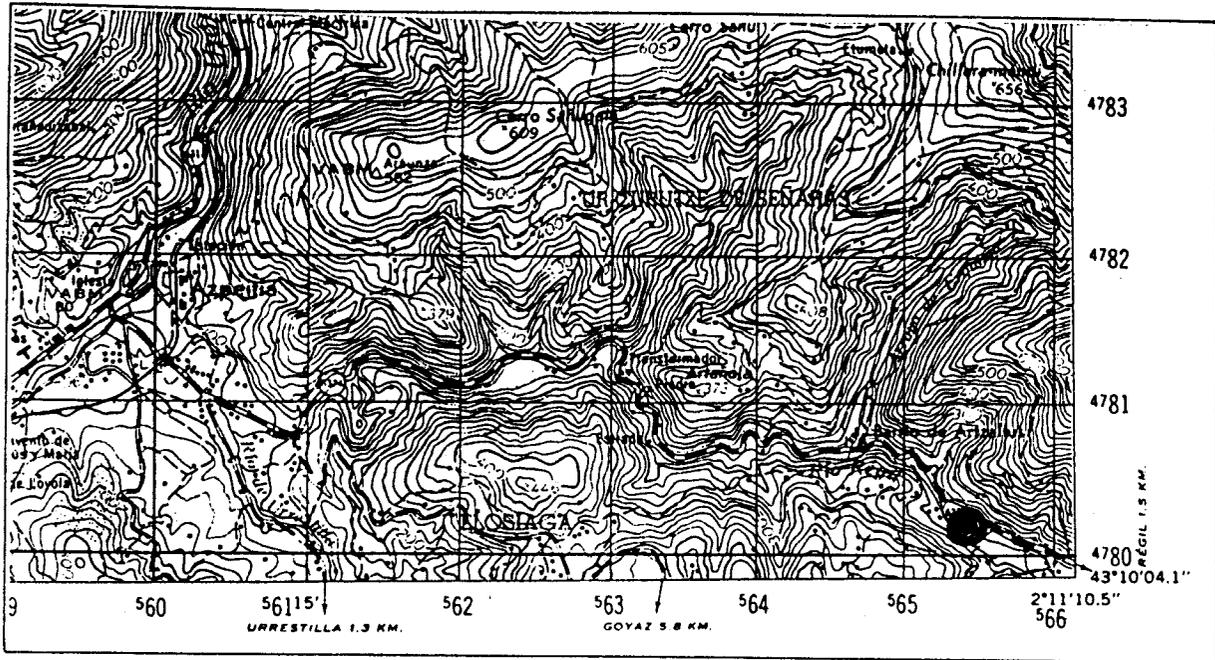
7.2.1.15.- Regil - Azpeitia - Azkoitia (G - 5)

El Trias Keuper de esta zona aunque presenta gran continuidad lateral no tiene una potencia superior a los 200 m. En el valle de Regil no es superior a 100 m. En esta localidad existía una de las principales explotaciones de yeso de Guipúzcoa.

Aunque el yeso no es observable en el exterior si se puede reconocer un cono de colapso formado en mitad de los prados. Aquí el Trias se dispone en el fondo de un valle fuertemente encajado, y el grado de recubrimiento es elevadísimo.

La explotación de yesos se realizaba en labores de interior, por el método de cámaras y pilares; a la explotación se accedía por pozos verticales, que aún se conservan. La mina mas importante es la denominada "San Esteban" que tenía dos pozos, uno de acceso para los trabajadores y otro para la extracción del mineral, situados en el interior de un caserío en ruinas y una nave industrial separados aproximadamente 200 m. en dirección E - O. Hacia el E también existió otra explotación similar, pero está totalmente desaparecida. Junto al caserío hay una canterita de la que se extrajo algo de yeso, hasta llegar a los materiales calizos del Jurásico.

Se ha reconocido el interior de la mina "San Esteban", levantando un plano de labores en la zona no anegada por el agua (ver mapas de labores anexos), también se recogió la **muestra 209/86 - 63 - SS - 4**.



SITUACION DE LAS MUESTRAS

209/86-63-SS-4

MUESTRA 209/86 - 63 - SS - 4

ANALISIS QUIMICO

ROCA TOTAL	SO ₃	CaO	H ₂ O	CO ₂	P.P.c. a 1100°	Residuo insoluble	TOTAL
	21,72	15,32	9,64	4,72	8,82	36,50	96,721

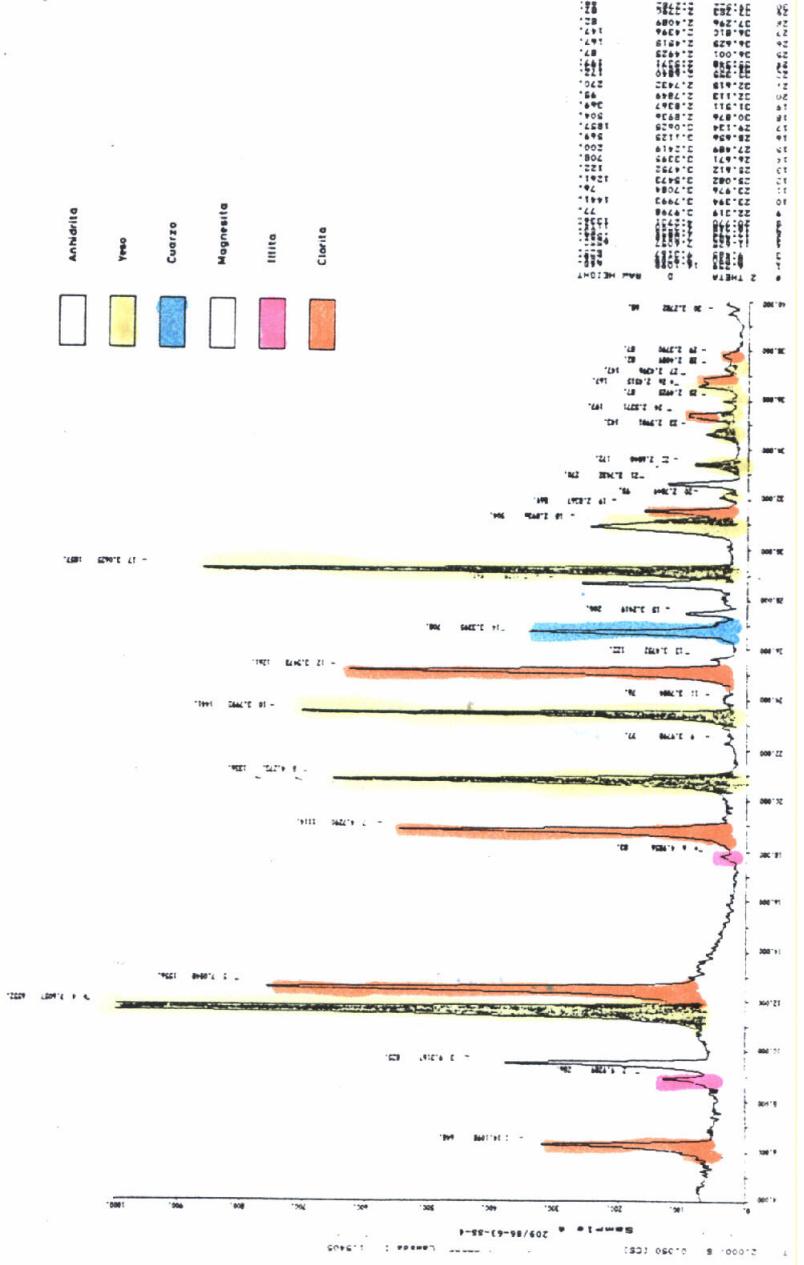
RESIDUO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
17,83	4,81	1,9	8,98	2,35	0,021	0,61

DIFRACTOGRAMA

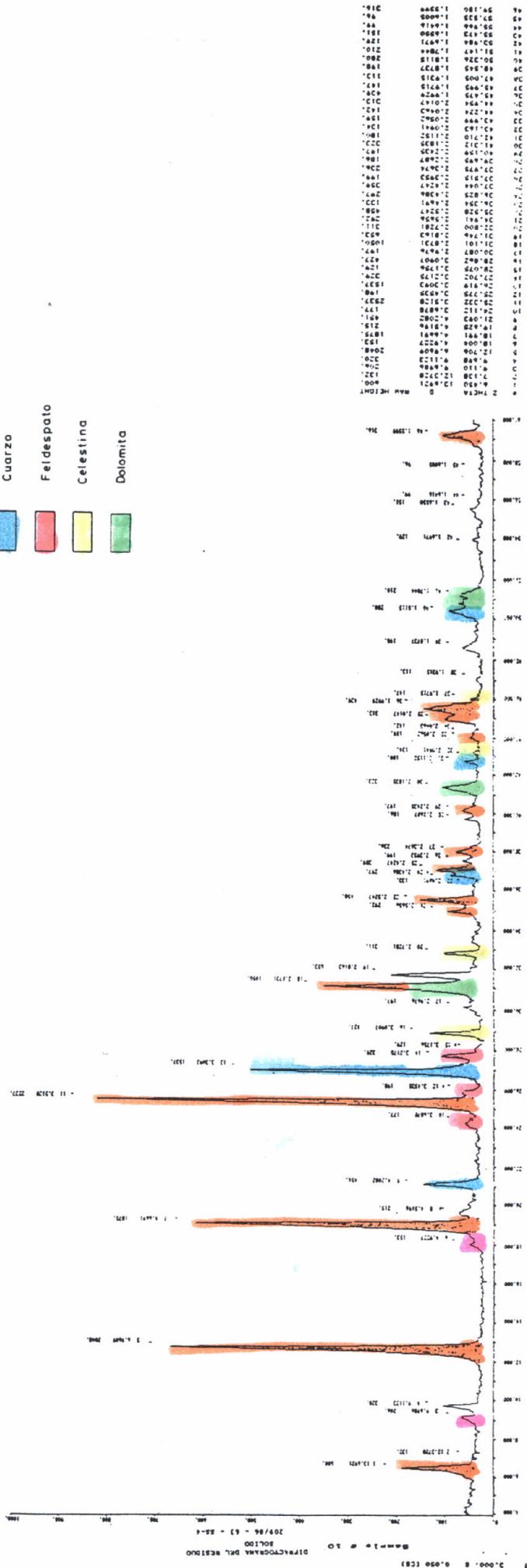
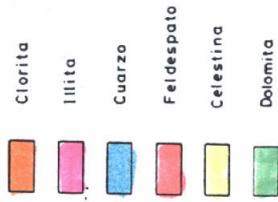
INTERPRETACION MINERALOGICA

YESO	ANHIDRITA	DOLOMITA	MAGNESITA	SILICATOS	M. ORGANICA
4,6,68	---	9,86	---	31,361	8,82



MUESTRA 209/86-63-SS-4

DIFRACTOGRAMA DEL RESIDUO SOLIDO



7.2.1.16.- Hernani - Oyarzun - Aya - Motrico (G - 6)

En los alrededores de estas localidades se localizan afloramientos de Keuper a pesar del grado de recubrimiento que presentan. No se tiene conocimiento de la existencia de antiguas labores ni se ha observado ninguna masa de yeso durante los recorridos de campo, todo lo más facies de arcillas yesíferas a las que no se les ha concedido demasiada importancia.

En la localidad de Motrico, según referencias antiguas, se aprovechó una muera para la producción de sal.

7.2.1.17.- Sierra de Aranzazu (G - 7)

En el borde N de la Sierra de Aranzazu, próximo a la central eléctrica de OÑATE, asociado a un accidente mecánico de cierta embergadura, hay un afloramiento de Trias con facies yesíferas y que en su día fue explotado en varias cortas. La localización de este indicio es complicada, y los accesos a él son difíciles por encontrarse a una altitud elevada. El yeso es blanco masivo y yeso bandeado.

7.2.1.18.- Terciario

Además del Trias, señalado en los capítulos anteriores, se ha reconocido el Terciario aflorante en el límite Sur de la provincia de Alava que jalona el Río Ebro.

Dicho Terciario presenta facies fluviales de areniscas y arcillas amarillentas. En las areniscas se suelen detectar diversas estructuras sedimentarias (canalizaciones, estratificaciones cruzadas, etc...), que determinan, a buen seguro, un ambiente fluvial s.l. En varios recorridos efectuados según N- S (Assa - Cripán, Meano - Oyón y Assa - Laguardia - Samaniego), se ha dejado entrever una variación de proximalidad a distalidad de Norte a Sur respectivamente, en estos cuerpos fluviales, hecho que no concuerda con la dirección de aportes hacia el N, que indica la hoja MAGNA de Haro, pag. 21.

8.- TRATAMIENTO DE LOS DATOS Y SELECCION DE LAS AREAS MAS INTERESANTES

8.1.- INTERPRETACION DE LOS ANALISIS

La interpretación conjunta de los análisis mineralógico y químico puede resumirse en los siguientes puntos:

a) A partir de los resultados de las difracciones de Rayos X, se considera que en las muestras pueden darse las siguientes mineralogías:

- Sulfatos (yeso, anhidrita)
- Carbonatos (dolomita, magnesita)
- Silicatos (cuarzo, min. arcillas, feldespatos)
- Materia orgánica (indeterminada)

b) La posible presencia de otras fases minerales, no identificadas en los difractogramas por su baja proporción en la muestra, se puede considerar despreciable.

c) SULFATOS: El contenido en % en peso de yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) de la muestra constituye la pureza de la roca y su cálculo se realizará a partir de los valores en anhídrido sulfúrico (SO_3), óxido de calcio (CaO) correspondiente a los sulfatos, y agua de composición (H_2O).

Para las muestras donde sólo se haya identificado yeso como único sulfato, el contenido de este mineral se calculará a partir de la suma: $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaO}$. Los porcentajes de estos óxidos deben ser equivalentes para la fórmula molecular del yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (pueden tolerarse ciertas variaciones como errores de cálculo en el método).

Para las muestras donde sólo se haya identificado anhidrita (CaSO_4) como único sulfato su cálculo se realizará a partir de la suma $\text{SO}_3 + \text{CaO}$.

Para aquellos casos donde se haya identificado yeso y anhidrita en la misma muestra, el cálculo de

ambos minerales se realizará del siguiente modo: 1) a partir del H_2O (agua de composición) se calcularán los porcentajes correspondientes de SO_3 y CaO para el yeso 2) los porcentajes de CaO y SO_3 restantes se atribuirán a la anhidrita.

d) CARBONATOS: El contenido total teórico en carbonatos se calculará a partir del CO_2 obtenido por la calcimetría de la muestra.

Si en la difracción el carbonato se presenta sólo como dolomita, su cálculo se realizará añadiendo al CO_2 las cantidades equivalentes de CaO y MgO para la fórmula de la dolomita ($Ca, Mg (CO_3)_2$). En este caso las cantidades de CaO y MgO deberán descontarse de los valores obtenidos para dichos elementos en el residuo insoluble.

Si en la difracción el carbonato se presenta sólo como magnesita se realizará una operación similar con la cantidad de MgO que le equivale para la fórmula de la magnesita ($MgCO_3$).

Si en la difracción se ponen de manifiesto ambos minerales la cuestión resultará más compleja. En este caso podemos considerar dos posibles soluciones: 1) calcular de forma aproximada la proporción de ambos minerales y ajustarles el $Ca-Mg$ y Mg que les corresponda. 2) para aquellos casos en que uno de los dos minerales domina netamente sobre el otro puede considerarse

que todo el CO_2 corresponde al carbonato dominante y despreciar el que está en menor proporción. En ambos casos los resultados no variarán mucho de los valores reales.

En nuestro caso únicamente las muestras 209/86-83-S-6 y 209/86-170-Vi-16 presentan doble mineralogía dolomita-magnesita, y en ambos casos dado que una de las mineralogías es dominante sobre la otra se ha optado por la solución 2).

En aquellos casos donde el análisis químico ha dado valores de CO_2 y sin embargo en las difracciones no se han registrado carbonatos (debido a su bajo porcentaje), el carbonato atribuido a dicho CO_2 ha sido la dolomita ya que éste es claramente el tipo de carbonato que normalmente acompaña a estos sulfatos estudiados.

e) SILICATOS: La presencia de cuarzo, feldespatos y minerales de las arcillas (illita, clorita..) queda bien de manifiesto tanto en los difractogramas normales como en los del residuo insoluble. No obstante, resulta muy difícil hacer una valoración por separado de estos minerales en base al método de análisis que hemos utilizado. Por ello se dará un valor de conjunto suma de los porcentajes de $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{MgO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO}$, del residuo insoluble inorgánico, restándole los valores de $\text{CaO} - \text{MgO}$ que se han considerado para los carbonatos.

f) MATERIA ORGANICA: Se ha podido comprobar su presencia en algunas muestras después de disolver totalmente con ácido fluorhídrico (HF) el residuo inorgánico insoluble. En este caso, la materia orgánica permanece en la solución como un producto negro residual, insensible al ataque del ácido.

El porcentaje de esta materia orgánica puede calcularse (de forma aproximada) a partir de la pérdida en peso de la muestra al ser ésta calcinada a 1.100°C . A esta temperatura se pierden los siguientes componentes:

- CO_2 de los carbonatos + materia orgánica.
- H_2O del yeso + materia orgánica + arcillas.

Si al valor obtenido en la calcinación se le descuenta el CO_2 obtenido en la calcimetría y el H_2O obtenido como agua de composición del yeso, nos quedará una cantidad que supondrá el CO_2 + H_2O de la materia orgánica más el agua de las arcillas.

Dado que el agua de las arcillas supone para estos casos un valor muy pequeño en porcentaje (prácticamente despreciable), la cantidad de materia orgánica en la muestra podrá considerarse como la diferencia entre el valor de la calcinación a 1.100°C y el CO_2 + H_2O descontado de los carbonatos y yeso.

g) La suma de todos los componentes calculados debe dar (en condiciones ideales) = 100. Si la suma difiere en un

cierto grado por debajo de este valor, aunque se puede tolerar una cierta diferencia (2 - 3%) por acumulación de errores en el método, debemos considerar también la posibilidad de tener en la muestra otros componentes no previstos en el método analítico: sulfuros, sales de B, Sr, etc.

h) La presencia de indicios de celestina (SrSO_4) en algunas muestras tampoco en este caso se valorará dada su escasa representatividad y la falta de datos sobre el contenido en Sr en las muestras.

A pesar de las diferentes limitaciones que presenta este método interpretativo, debido a su sencillez frente a la complejidad mineralógica de las muestras estudiadas, podemos considerar que los valores teóricos obtenidos son suficientemente representativos no sólo de la pureza de la roca de yeso, sino también del tipo y porcentajes de impurezas que la acompañan.

8.2.- RESULTADOS ANALITICOS DE LAS MUESTRAS

8.2.1.- Mineralogía

En la tabla II se presentan listadas las especies minerales identificadas en los difractogramas de roca total y residuo insoluble de las 35 muestras analizadas.

En este listado se han representado en mayúsculas los minerales dominantes en el difractograma, en minúsculas los minerales secundarios y entre parentesis las trazas de otros minerales.

8.2.2.- Análisis químico

Los resultados vienen listados en las tablas III y IV: en la primera de ellas se expresan los valores de SO_3 , CaO y H_2O correspondientes a los sulfatos; el CO_2 obtenido por calcimetría de los carbonatos, el porcentaje del residuo insoluble inorgánico y los valores de la pérdida de peso de la muestra en la calcinación a $1.100^\circ C$.

En el segundo caso se presenta el desglose en óxidos de los elementos principales del residuo insoluble inorgánico (suma de carbonatos y silicatos de la muestra).

8.2.3.- Interpretación mineralógica

En la tabla V se exponen los porcentajes en mineralogías interpretados a partir de las tablas II, III y IV.

8.3.- RESUMEN Y COMENTARIOS

8.3.1.- Roca total

De las 35 muestras analizadas 33 están constituidas por yeso como único sulfato y las 2 restantes son de composición mixta yeso - anhidrita. Si nos centramos en estas 33 primeras podemos ver que la pureza de la roca es por lo general elevada (21 de ellas están por encima del 90% en yeso). En la tabla VI se presentan el número de muestras que se encuentran en los diferentes intervalos de pureza que permiten clasificar a la roca de yeso según las normas UNE/41-168-73 (normativa española).

8.3.2.- Residuo

El carbonato que de forma general acompaña estos sulfatos es la dolomita y en menor proporción la magnesita. En el primer caso este mineral está presente en las muestras con valores que mayoritariamente están por debajo del 2% (en 25 de las 35 muestras analizadas), no obstante puede llegar a presentar valores altos en algunos casos (12.98% - 209/86 - III - Bi - 6).

Los silicatos constituyen la fracción detrítica fina (tamaño arcilla - limo) que acompaña a la roca. Los porcentajes quedan más repartidos que los

carbonatos: 13 muestras con valores inferiores a 2%, 16 entre el 2 - 10% y 6 superiores al 10%.

El cuarzo es el mineral más extendido (prácticamente se presenta en todas las muestras) y en este caso su origen además del detrítico puede ser también de crecimiento diagenético entre los sulfatos (jacintos de compostela).

Los feldespatos son también frecuentes y aunque de difícil precisión responden, a partir de los difractogramas, a variedades del tipo plagioclasa preferentemente.

Las arcillas son del tipo clorita - illita, en algunas ocasiones, dominando netamente la primera de ellas. También se presenta la caolinita aunque de forma menos común.

9.- ANALISIS DE LAS ZONAS ESTUDIADAS Y SELECCION DE ZONAS DE INTERES

En base a las observaciones de campo y a los resultados de los análisis químicos se han clasificado las zonas visitadas, seleccionando las más idóneas para ampliar la investigación.

9.1.- CRITERIOS DE SELECCION

Debido al grado de recubrimiento que presenta toda la zona Vasco Cantábrica es difícil realizar obser-

vaciones completas y detalladas de los materiales sin emplear para ello medios mecánicos. Este problema se incrementa aun más en los terrenos cuyo sustrato está formado por materiales triásicos, pues dado las características de los mismos el suelo que desarrollan es muy potente y a su vez muy rico, razón por la cual las explotaciones agrícola-ganaderas escogen estas áreas para sus asentamientos.

A pesar de estas dificultades se ha conseguido realizar una clasificación de áreas, aunque alguna de ellas no pueda definirse con los datos disponibles.

Los criterios empleados para seleccionar las áreas han sido los siguientes:

- Yeso aflorante con potencia y calidad suficiente.
- Posibilidad de continuidad lateral (reservas).
- Accesos próximos.
- Zona con baja densidad de población.

Dado que en la zona únicamente existe una explotación de yesos, no se ha tenido en cuenta la distancia a posibles centros de consumo.

En principio se considera como potencia mínima 2 m. (En virtud a otras explotaciones del mismo tipo que se encuentran en activo).

La calidad de los yesos se establece de acuerdo con la norma UNE 41.169 de 1.973; además se ha atendido a los siguientes parámetros (según BERTON y LE BERRE, 1.983):

Yeso para escayola - yeso de construcción.

$\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ superior a 80% (o 85%).

$\text{MgO} \leq 2\%$

$\text{K}_2\text{O} \leq 0.1\%$

$\text{Na}_2\text{O} \leq 0.02$

Anhidrita $\leq 5\%$

Como aditivo para el cemento

$\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ superior al 75% (o 60% de Anhidrita), aunque se puede llegar al 65%.

Como fertilizante en agricultura.

Contenido en yeso superior al 50% (o 40% de Anhidrita).

En usos especiales (moldes para cerámica).

Contenido en $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ superior al 90%.

Aplicando a los resultados expuestos en las tablas anteriores las condiciones de clasificación de la normativa UNE 41.169-73, se obtiene la distribución por calidades que se muestra en la Tabla VI.

La observación de esta tabla indica que en principio la calidad de los yesos muestreados es buena a muy buena.

A excepción de las cuatro muestras de bajo contenido en yeso (dos con Anhidrita y dos con Caolín y carbonato), el resto cumpliría con los requisitos , muchas incluso como escayola, y en todos los casos como aditivo para cemento y como corrector de suelos y fertilizante.

La suma de criterios de campo y laboratorio nos ha llevado a seleccionar, de acuerdo con la dirección del proyecto, cuatro áreas:

- Oeste de Reinosa.
- La Serna - Silió.
- Salinas de Añana.
- Orduña.

El resto de las áreas estudiadas en la primera fase o bien no muestran interés, o no hay datos suficientes para realizar la investigación con los planteamientos del proyecto actual; se recomienda que sobre ellas se realice una investigación con métodos físicos.

En los cuadros adjuntos se expone una relación de cada área, indicando la valoración que a nuestro juicio, y vistas las características que presentan, nos merecen.

ZONA	LABORES			POTENCIA	CORRIDA		ACCESOS		OBSERVACIONES
	P	M	G		YESOS	Obs	Pos.	Car.	
ENDO				Arcillas rojas con nivelillos de yesos	cms dispersos			X X	El unico punto de observación es la Playa de San Julián, No ofrece interés en principio
REDO	X			Yesos laminados	5 metros	>15m	>100m	X	Nivel de yesos vertical en zona con densidad de población media, Bajo interés minero,
ALARES (ajano)		X		Yeso laminado	Grande		Grande	X X	Gran explotación inundada según los paisanos, Todos los sondeos de los alrededores daban yeso, muy interesante
ALARES (erón)		X		Yeso laminado y arcillas rojas	4 metros	100m		X	Cantera de arcilla
ANTANDER	X								Zona urbanizada,
RBAYON		X		Yesos laminados brechoides	15 metros		Media	X	Zona en explotación
ANTIBAREZ LLACARR,	X							X	Zona cubierta por pastos, no se observa la mineralización,
LANCO					Grande		Grande	X	Zona de explotación de sal, según sondeos hay yeso abundante pero en profundidad,
BEZON	X			Arcillas rojas con nivelillos de yesos				X	En los escasos afloramientos y desmuestres no se observa yeso
SERNA	X			Arcillas y yesos laminados	15 metros	40m	1K	X X	Zona en principio interesante
CINOSA N				Yesos nodulosos y arcillas				X	Estas facies no son económicamente interesantes aunque estén próximas a las yesíferas laminadas,

INOSA E	X	Yeso nodulos, arcillas rojas y yesos laminados	5 metros	10m		X	El nivel de yesos no tiene una dirección determinada, está replegado y es difícil seguirlo
INOSA W	X	Yeso laminado	20 metros	15 m	1K	X	Nivel de yeso potente asociado a calizas, Zona en principio interesante,
DURA N		Yeso nodular				X	Colapso de yesos en proximidad a brechas carbonatadas
DURA O	X	Yeso laminar	10 metros	30 m	>2K	X	Yeso horizontal próximo al contacto con el Trias, Zona en principio interesante
DURA S	X					X	Zona inundada y cubierta, Es prolongación hacia el Sur de la anterior
INGUIA - PELANA	X	Yeso laminar y arcillas rojas	1 metro			X	Zona cubierta con pocas posibilidades dada su posición tectónica,
KIQ - RME		Arcillas rojas					Zona sin yesos
RNIKA - BACEGUI-LESTIA	X	Arcillas versicolors y yesos				X	La única zona con yesos está agotada
ILINAS IANA E	X	Yesos laminados brechificados	20 metros	100 m	1K	X	Zona interesante con yeso abundante aunque caótico, Existe conexión minera
ILINAS IANA O	X	Yesos laminados	15 metros	500 m	3K	X	Yeso subhorizontal, con buen frente en zona desgollada, Mínimo impacto, Muy interesante
RSGIA	X	Yesos laminados y masivos	Grande	100 m	?	X	En plena autopista grandes masas de yeso
ESTU		Yeso masivo				X	No hay criterio suficiente para definir la zona,
ERA-ERRADA		Arcillas rojas con nivelillos de yesos				X	No se encuentran yesos

ALINI- AS DE RADDON	X	Arcillas rojas y yeso laminado	X	Nivel muy irregular de yesos
TEASU - ZURQUIL- DNA	X	Yeso masivo y laminado	X	Zona con alta densidad de población, Muy minada, Masas irregulares de yeso
TZO - EGIA	X	Yeso masivo	X X	Zona muy minada, Contaminación de clo- rita en yesos, Actualmente en investi- gación
RPANA	X	Arcillas rojas y yesos	X	Zona hundida o bajo el área industrial
RASTEGUI X LOSA	X	Arcillas rojas y yesos	X	Zona hundida, montañosa, Masas irregu- lares y desconectadas
GIL	X	Arcillas rojas y yesos	X	Gran contaminación de arcillas cloríti- cas
RNANI - ARZUN		Arcillas rojas	X	No se observa yeso
YA - TRICO		Arcillas rojas	X	No se observa yeso

10.- ESTUDIO DE DETALLE DE ZONAS DE INTERES

Una vez realizada la primera fase del Proyecto, de recopilación y análisis de la información existente junto con el reconocimiento de los afloramientos triásicos como portadores de yacimientos yesíferos, y la selección de áreas de interés, se ha realizado sobre ellas una investigación más detallada.

Sobre éstas áreas, se ha elaborado un cartografía a escala 1:10.000, con el objetivo fundamental de reconocer facies litológicas que fueran de idénticas

características a las detectadas en los yacimientos yesíferos de posible interés económico.

Durante el registro cartográfico se ha procedido a levantar columnas litológicas de detalle allí donde ha sido posible, igualmente se han efectuado desmuestres de las zonas yesíferas para determinar la pureza del yeso.

Estos desmuestres afectan a tramos enteros, susceptibles de explotación, tomándose en cada caso elevada cantidad de muestra (en ocasiones superior a 150 k), a pesar de estar tomada esta con criterios estadísticos. Una vez machacadas y cuarteadas se ha enviado una porción de las mismas al INCE, donde se han realizado los ensayos tecnológicos.

Además y como complemento a la investigación realizada se ha efectuado un reconocimiento del diapiro de POZA DE LA SAL, dado que es un buen ejemplo de estructura diapírica y con buenos afloramientos, lo que ha permitido establecer una estratigrafía del trias Keuper en la región y así poder correlacionar los diferentes afloramientos visitados con la columna litoestratigráfica de POZA.

A continuación se exponen los resultados de los trabajos realizados en cada una de dichas áreas.

10.1.- POZA DE LA SAL

10.1.1.- Características generales y estructura del Diapiro.

El diapiro de Poza de la Sal es el más meridional de los diapiros triásicos del Norte peninsular, situándose justo en el límite entre los materiales terciarios de la cuenca del Ebro y los cretácicos de las sierras de Cantabria (montes Obarenes). Aunque por su extensión es uno de los diapiros más pequeños tiene, no obstante, un gran interés al presentar una estructura anular bien definida y buenas condiciones de afloramiento, lo que permite caracterizar bien sus materiales y su estratigrafía.

En el diapiro quedan bien individualizadas dos zonas:

1.- Zona de materiales jurásicos y cretácicos, que constituye la parte externa del diapiro. Presenta una disposición concéntrica de sus unidades litoestratigráficas, más o menos verticalizadas y afectadas, en conjunto, por un complejo sistema de fallas radiales al diapiro (BRINKMAN et al, 1.963). Estos materiales forman los relieves más abruptos, al tratarse básicamente de niveles de calizas y dolomías más resistentes a la erosión que los materiales del núcleo y parte externa del diapiro.

2.- Zona de ofitas y materiales del keuper, que constituyen la parte central (o núcleo) del diapiro. En este caso los materiales están más erosionados, más recubiertos por vegetación o coluviones, y presentan una estructura compleja.

En conjunto el diapiro presenta una forma de "crater", de unos 2-3 kms de diámetro, en el que los materiales del keuper, constituyendo su depresión central, están erosionados por una red de drenaje que fluye hacia el Este (donde se encuentra la localidad de Poza de la Sal). Esta red se encaja entre los materiales del keuper formando una serie de barrancos que constituyen los mejores afloramientos para su estudio.

De las diferentes masas ofíticas que pueden observarse es especialmente de destacar la que ocupa la parte central del diapiro, que es la de mayores dimensiones y produce un relieve agudo muy característico en el paisaje.

10.1.2.- Unidades y facies distinguidas en el keuper

Dentro del keuper se distinguen claramente las siguientes facies:

1.- **Yesos y arcillas grises:** Son yesos, bien estratificados, en capas masivas, que presentan las mismas características que los descritos para el caso de

Reinosa y Aguilar de Campoó. Solo afloran en un reducido sector del diapiro (ver fig. 3) donde han sido motivo de explotación en cantera (abandonada desde hace 10-15 años). En este mismo punto se ha levantado la serie estratigráfica de detalle que se presenta en la figura 4, donde estas facies constituyen un potente tramo de 70 m. de espesor.

En esta serie (A-A') la base esta constituida por una barra de carbonatos (carniolas), atribuida al Lías (HEMPEL, 1.983), cuya presencia entre los materiales del keuper es debida a los efectos de arrastre del diapiro durante la dinámica de ascenso de sus materiales. La parte superior de la serie constituye el tránsito gradual hacia los siguientes materiales.

2.- Arcillas rojas y versicolores: Es la facies que más ampliamente se presenta en el conjunto del diapiro, aunque el mejor afloramiento se situa en la parte baja del barranco principal que cruza el diapiro, formando un característico paisaje en "band-lands" donde las arcillas están muy verticalizadas y destacan por su color rojizo.

3.- Arcillas rojas con yesos: Las arcillas son de color rojo intenso e incluyen abundantes nódulos de yeso de color blanco, rosado o rojizo (el color de estos yesos es debido a la cantidad variable de impurezas arcillosas que contienen). Estos nódulos son por lo general de

tamaño mayor que los descritos para el primer caso (10 a 30 cms) y raramente forman capas masivas, sino que se limitan a niveles pobremente definidos y ricos en matriz arcillosa.

Estos materiales afloran en diferentes puntos, de forma aislada, y también sólo en la parte oriental del diapiro. El mejor punto para observarlos se sitúa en la confluencia de los dos principales barrancos que atraviesan el diapiro. En este lugar las facies arcilloso-yesíferas constituyen el lecho del torrente situándose por debajo (la serie está invertida) de las arcillas que hemos descrito en el punto 2. También afloran en la parte alta de la cantera de yesos grises, en contacto con la falla.

4.- Arcillas gris-verdosas con yesos blancos: Entre las facies anteriores y la base de las brechas del Lias se presenta un tramo arcilloso que sólo aflora en el barranco que atraviesa la serie jurásico-cretácica en las proximidades del pueblo. Entre las arcillas hay algunas capas poco potentes (0.5 - 1 m.) de yeso laminado de color blanco (en algunos puntos estas capas presentan también zonas de Anhidrita).

10.1.3.- La serie del keuper

En la figura 5 que acompaña esta memoria se presenta la serie estratigráfica esquemática atribuible

al keuper de Poza de la Sal después de las observaciones realizadas en campo. En ella se distinguen cuatro unidades litoestratigráficas con las facies que hemos descrito y se señalan unos valores de potencia que tienen sólo un valor muy aproximado dado que las condiciones de afloramiento no permiten mediciones más precisas. Los criterios seguidos para determinar esta serie están basados no sólo en la estructura y relación entre las diferentes facies observadas en el diapiro, sino también en la experiencia existente sobre estos materiales en otras regiones peninsulares, donde la serie estratigráfica está bien definida: Levante español (ORTI, 1.973, 1.974...) (Fig.6) Catalánides (SALVANY y ORTI, 1.985; SALVANY, 1.986...). En este sentido pueden hacerse las siguientes puntualizaciones:

1.- Los **yesos y arcillas grises** constituyen un tipo de facies que se reconocen bien en la mayoría de los afloramientos del keuper peninsular. Se trata de las facies equivalentes a la unidad k-1 (Fm. Yesos de Jarafuel) (ORTI, 1,974) del Levante, y también de la Fm. Miravet (SALVANY, 1.986) de los catalánides, que afloran, en ambas regiones, con gran potencia y extensión, tratándose siempre de la unidad basal del keuper. Estos materiales son de gran interés económico, pues prácticamente constituyen los materiales sobre los que se instalan las canteras y minas de yeso al tratarse de la facies más rica en sulfato cálcico que se

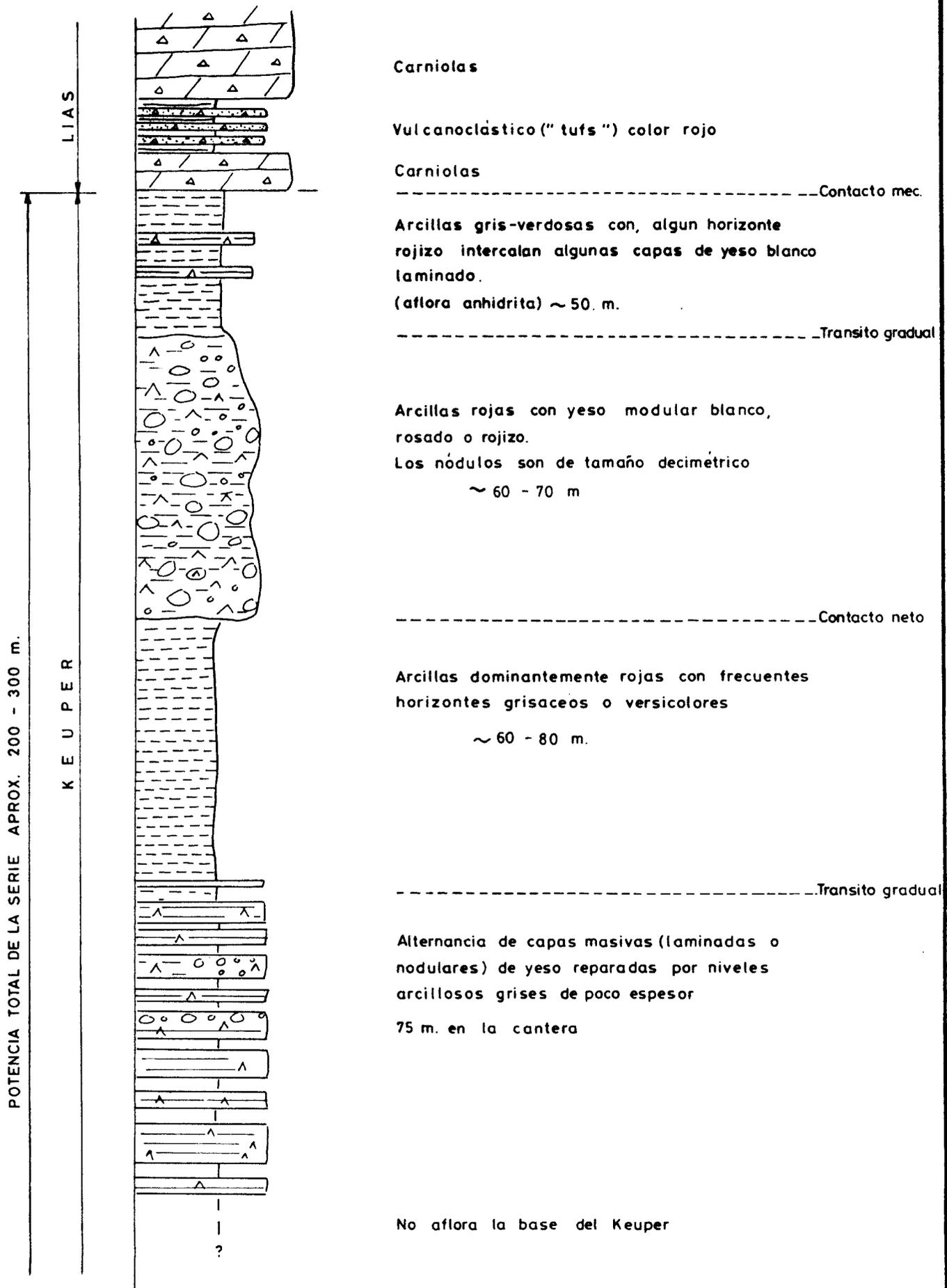
presentan en el keuper.

Para el caso de las explotaciones (en activo o abandonadas) visitadas en el País Vasco, Cantabria y Palencia, en buena parte se trata también de esta misma facies.

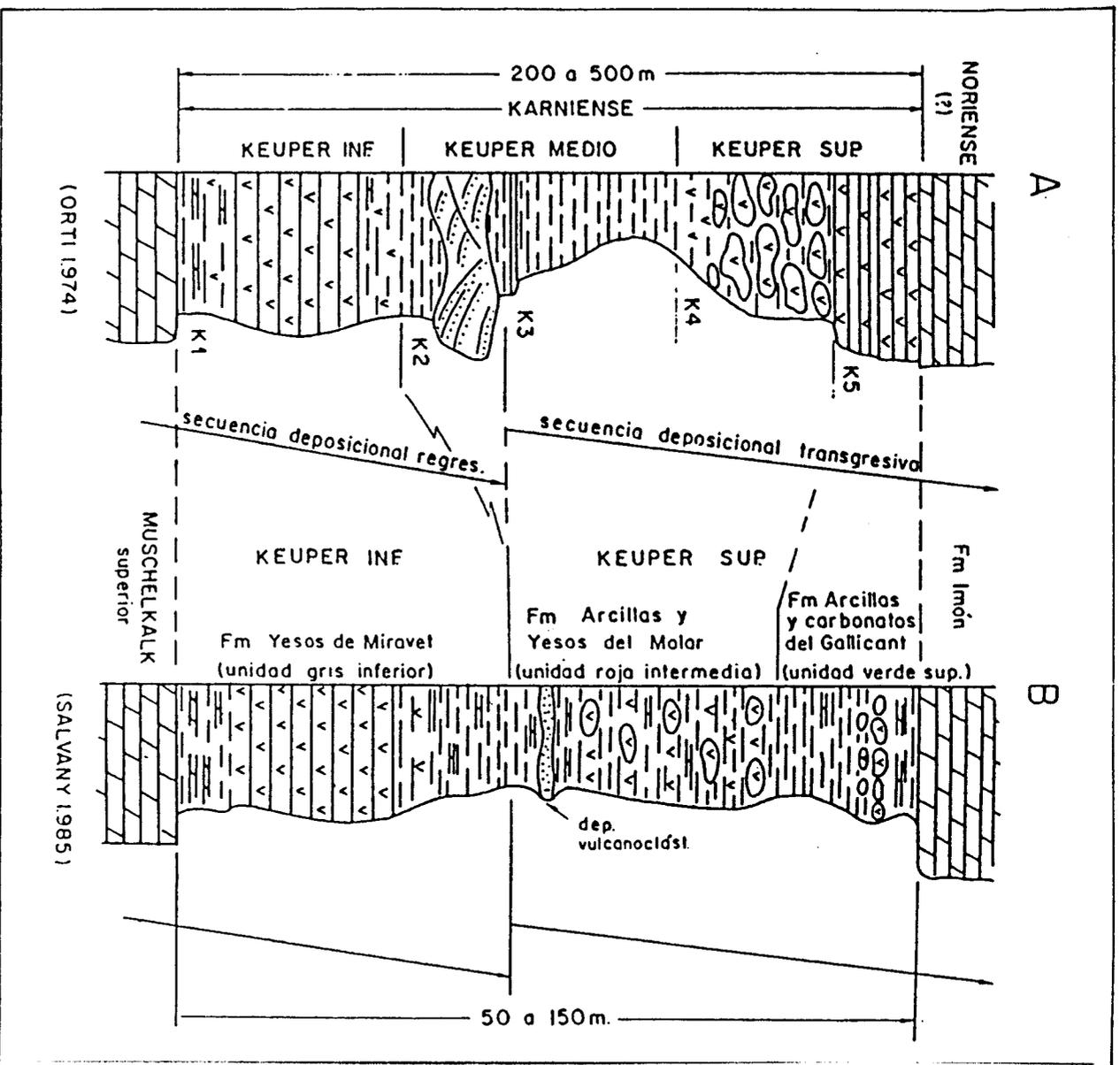
2.- Las **arcillas rojas y versicolores** constituyen una unidad que tiene también equivalencia en el caso del keuper del Levante (k-3 o Fm. Arcillas de Cofrentes, de ORTI, 1.974), aunque no siempre está desarrollada en las demás regiones donde éste se presenta (no se encuentra en las Catalánides).

3.- Las **arcillas rojas con yesos** son equivalentes a las unidades k-4 (Fm. Arcillas Yesíferas de Quesa) de Valencia y Fm. Arcillas y Yesos del Molar de las Catalánides. También se trata de una unidad bien representada en los diferentes dominios donde se presenta el keuper, pero su interés como yeso industrial es bajo al tratarse de sulfatos muy impuros por su alto contenido en arcilla.

4.- Las **arcillas gris-verdosas con yesos** constituyen la unidad de tránsito a las brechas del Lias y sus características son similares a la facies que en Catalánides ocupa también el techo del keuper (Fm. Arcillas y Carbonatos del Gallicant). Sin embargo, estos materiales son bien diferentes de los que se dan en el Levante, donde el keuper finaliza con una unidad



Serie ideal del Keuper en Poza de la Sal a partir de las observaciones de campo



Series Estratigráficas del Keuper en el Levante español

FIGURA 6

yesífera importante (k-5 o Fm. Yesos de Ayora) en la que también son varias las canteras de yeso que se instalan.

En resumen podemos concluir que la serie del keuper de Poza de la Sal tiene unas características intermedias entre las series tipo del Levante español y Catalánides: en el primer caso difiere por no presentarse en Poza de la Sal la unidad k-2 (Fm. Areniscas de Manuel) muy característica del sector valenciano y Prebético, y por el carácter arcilloso de la unidad superior en contraste con la serie yesífera con que finaliza el keuper levantino. Para el segundo caso la única diferencia consiste en el hecho de no presentarse en las Catalánides la unidad arcillosa intermedia (k-3) entre los yesos grises y los rojos, que si está bien representada en Poza de la Sal.

A pesar de estas diferencias, en líneas generales el tipo de facies que se presentan en los tres casos es siempre muy similar y definen bien las unidades del keuper y su estratigrafía, por lo que en el caso de Poza de la Sal no presenta dudas la serie sintética expuesta en la figura 5, a pesar de la compleja estructura diapírica y la no siempre clara relación entre sus materiales.

Las características de la serie del keuper observadas en Poza de la Sal pueden hacerse extensibles a los restantes afloramientos de Cantabria y País Vasco

si tenemos en cuenta los siguientes aspectos:

- Las unidades del keuper presentan una gran extensión y relativa constancia de sus características a lo largo de grandes extensiones, tal como se pone de manifiesto en las diferentes cuencas donde se ha podido estudiar su estratigrafía con un cierto detalle. Por ello, no son de esperar grandes cambios en las características litoestratigráficas del keuper de un área relativamente reducida como es la que comprende el presente estudio.

- Las similares características estratigráficas entre el keuper de Poza de la Sal y las cuencas vecinas de Catalánides y Levante español refuerzan la hipótesis de una mínima variabilidad de las características del keuper entre áreas próximas.

- Las facies reconocidas en los diferentes afloramientos de keuper de Cantabria y País Vasco no difieren, en líneas generales, de las observadas en Poza de la Sal, sin que en ningún momento se hayan podido observar nuevos elementos que puedan hacer pensar en cambios de las características litológicas del keuper en estas otras regiones.

- La disposición anular de facies que tienden a presentar algunos de los diapiros visitados (Salinas de Añana, Orduña) también refleja en líneas generales la serie de Poza de la Sal.

10.2.- AREA DE REINOSA - IZARA

10.2.1.- Situación y límites del área seleccionada

El área de estudio está situada en la parte meridional de la Comunidad Cantábrica, concretamente en las inmediaciones de la localidad de Reinosa y al Oeste de la misma.

Dicho área ocupa 22 Km². de extensión, comprendidos entre las coordenadas U.T.M. siguientes:

Longitud: 500.500 y 406.275

Latitud: 4.763.000 y 4.759.135

Desde el punto de vista geológico, los materiales aflorantes corresponden al Triásico - Jurásico inferior y Cuaternario, que discordantemente cubren el extremo suroriental del Paleozoico de la Cordillera Cantábrica.

10.2.2.- Estratigrafía

En la zona de estudio hay, a grandes rasgos, dos grupos de materiales, unos pertenecientes al Mesozoico y otros al Cuaternario.

Dentro de los materiales asignados al Mesozoico, se han diferenciado tres facies concretas. Las edades correspondientes a dichas facies, según la

bibliografía consultada, varían entre el Trias inferior y Hettangiense - Sinemuriense (Jurásico inferior).

El otro grupo está caracterizado por facies fluviales asociadas al Cuaternario.

10.2.2.1.- Mesozoico

El área donde se ha realizado la cartografía de detalle consta principalmente de tres tramos (ver plano nº 3).

El tramo basal está situado en las inmediaciones de Suano y constituye una estructura anticlinal, cuyo eje hunde hacia el Este. Las facies reconocidas están formadas por: conglomerados de cantos cuarcíticos, areniscas, limolitas y lutitas rojizas más abundantes a techo del tramo. Desde el punto de vista sedimentológico, autores que han estudiado estos materiales, caracterizan estas facies como pertenecientes a sistemas fluviales, indicando proximalidad (abanicos aluviales) o distalidad (fluvial s. str. y/o llanura de inundación) según áreas concretas.

El tramo intermedio circunscribe cartográficamente al anterior, entre Suano y Villacantid; además aflora en las inmediaciones de Salces y al Este de Izara. Está formado fundamentalmente por lutitas rojizas, si bien hacia muro se aprecian esporádicamente

intercalaciones de areniscas con las mismas tonalidades. Hacia techo del tramo se han localizado niveles calcáreos de espesor centimétrico (Sur de Villacantid) y niveles discontinuos yesíferos de reducida potencia (inferior a 20 cm.) en los afloramientos que jalonan la margen derecha del Río Ebro (inmediaciones de Salces).

Estratigráficamente por encima del tramo anterior se encuentra un conjunto fundamentalmente carbonatado, que adquiere junto con los materiales cuaternarios la mayor representación cartográfica del área de estudio. Este tramo carbonatado está constituido principalmente por una alternancia de calizas y dolomías más o menos tableadas, de tonos que oscilan entre gris oscuro y negro. Las estructuras sedimentarias observadas corresponden, en la mayoría de los casos, a laminaciones paralelas, si bien son frecuentes también episodios donde se reconocen estructuras onduladas, lenticulares y hummocky. Los hummocky son ripples que por reactivación de las corrientes, normalmente producidas por tormentas, suelen quedar seccionados en las crestas y sobre estos se vuelven a generar nuevos ripples.

A este tramo se halla asociado un paquete lutítico-salino objeto de la investigación. Dicho paquete se encuentra situado en las inmediaciones del Río Híjar, al N. de Izara y SE. de Villacantid, a unos 1.500 m. de

distancia aproximadamente de las dos localidades.

Este subtramo, principalmente yesífero hacia la parte central del mismo y lutítico - yesífero a muro y techo, ha sido localizado en virtud de una explotación canteril, que hoy está totalmente abandonada.

Este nivel de yesos y lutitas no presenta buenas relaciones estratigráficas con el paquete carbonatado, puesto que está rodeado casi en su totalidad por sedimentos cuaternarios. Además la conexión cartográfica, en lo que al borde sur se refiere, con el tramo carbonatado, es bastante deficiente en cuanto a sus afloramientos. Únicamente en el frente de la cantera abandonada se aprecia magníficamente la sucesión estratigráfica. En esta sucesión se han podido advertir niveles milimétricos a centimétricos de dolomías. También se han observado las mismas estructuras sedimentarias en esta sucesión que en los niveles carbonatados presuntamente asociados. Juzgando estos aspectos, es lógico pensar que el paquete yesífero está relacionado con el carbonatado.

Un estudio sedimentológico de detalle se muestra en la figura 7, donde se adjunta una columna estratigráfica a escala 1: 50. En esta columna se pone de manifiesto una potencia mínima de sedimentos no carbonatados de unos 24 m.

El estudio litológico y sedimentológico, así como la descripción minuciosa de todas las observaciones efectuadas en este frente explotado se puede observar en la figura 7, por lo que obviamente no se va a repetir en el texto. No obstante, se ha elaborado una columna sintética (figura nº 8), extraída de la reseñada anteriormente donde se ponen de manifiesto las siguientes conclusiones:

- Existen dos secuencias similares constituidas por lutitas con nódulos y lechos nodulares de yeso. Dichas secuencias se sitúan a muro y techo de la serie levantada en el frente de la cantera, concretamente entre 0 y 2,20 m. y entre 20,90 y 24 m. respectivamente.
- También hay otras dos secuencias semejantes, a techo y muro de las dos anteriores, formadas por yesos laminados y ondulados con niveles milimétricos a centimétricos de lutitas. Dichas secuencias están comprendidas entre 2,20 y 6,40 m. la basal, y entre 16,10 y 20,90 m. la más alta.
- Entre 6,40 y 16,10 m. se localiza un paquete eminentemente yesífero con estructuras laminadas y onduladas, dentro del cual se intercalan esporádicos niveles milimétricos y centimétricos de lutitas, equiparables a la facies k 1 (facies de yeso productivo).

COLUMNA SINTECA DE LA CANTERA DE YESOS SITUADA
ENTRE IZARA Y VILLACANTID (AREA DE REINOSA)

ESCALA \approx 1:100

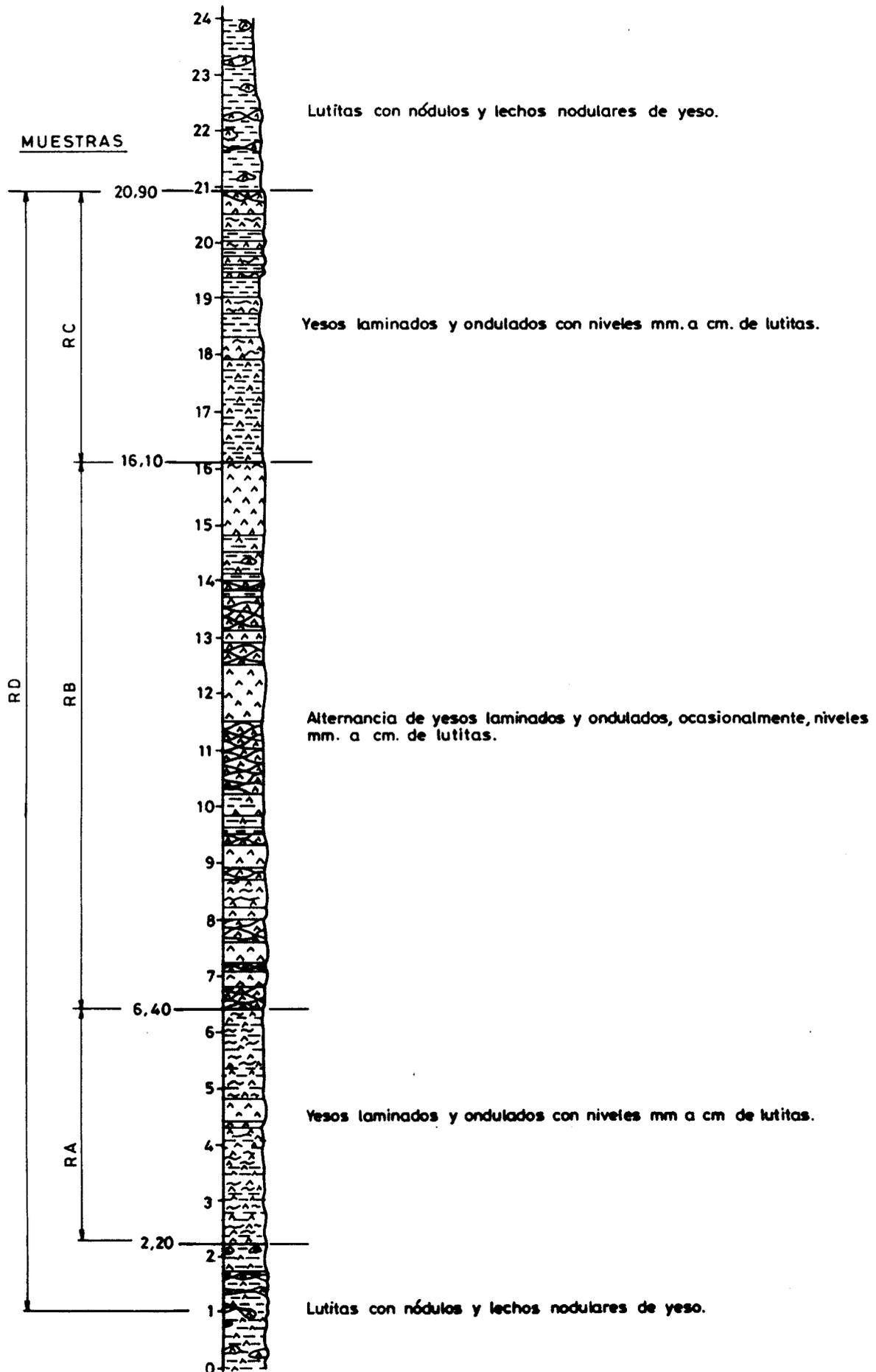


FIGURA 8

Desde el punto de vista minero hay que indicar, que el frente explotado en la cantera mediante un socavón paralelo a la dirección de las capas, coincide aproximadamente con el paquete yesífero de 9,70 m. de potencia y que está situado en la serie entre 6,40 y 16,10 metros.

10.2.2.2.- Cuaternario

Está determinado por tres facies litológicas asociadas a los ríos Híjar y Ebro.

En primer lugar hay que hacer mención a los materiales que constituyen la terraza alta de los ríos citados anteriormente. Esta terraza se ha considerado la misma cartográficamente para los dos ríos, ya que no existen criterios litológicos ni geográficos que permitan diferenciarla. La litología de la misma está formada por cantos volumétricos (40 a 50 cm. de diámetro), fundamentalmente de cuarcitas y areniscas. El tamaño de los cantos es mayor hacia el Oeste, lógicamente por estar más próximos al área fuente de aportes. Es hacia zonas más occidentales donde se aprecia una acusada imbricación de cantos, que indican una dirección de paleocorrientes de Oeste a Este. La matriz que soporta los cantos es arenosa. El espesor de la terraza es variable de unos puntos a otros, pero oscila entorno a los 2 metros.

La segunda facies litológica distinguida corresponde a la terraza baja del Río Híjar. La naturaleza de la misma es idéntica a la descrita anteriormente, si bien ésta presenta sobre su superficie un gran desarrollo de suelos de carácter hidromorfo, sobre los que se desarrollan zonas de pasto.

Finalmente mencionar el lecho actual de los ríos Híjar y Ebro, constituido por gravas y arenas, al que se le asocia en las zonas marginales materiales más finos (limos y lutitas), correspondientes a la llanura de inundación de estos ríos en épocas de mayor crecida.

10.2.3.- Tectónica

En este epígrafe se va a reseñar de forma resumida los eventos tectónicos detectados y la incidencia de los mismos sobre la zona investigada, sin hacer correlaciones de carácter tectónico a escala regional que no son objeto de esta memoria.

En el plano nº 3 se ha elaborado, junto con la cartografía, un corte geológico que trata de representar la estructura que conforman los materiales en el área investigada.

Los materiales carbonatados configuran una estructura sinclinal, que está flanqueada al Sur por materiales del tramo lutítico y al Norte por los mismos

materiales que afloran en las inmediaciones del Río Ebro. En este sinclinorio hay que señalar que el flanco sur está mucho más replegado que el flanco norte. Este fenómeno puede ser debido a la presencia de un gran accidente tectónico oculto, bajo el aluvial del Río Híjar, que produzca una mayor tasa de acortamiento en el flanco sur.

En general se puede considerar que la estructura responde a pliegues relativamente suaves, quizás por la naturaleza litológica de los materiales, sin una vergencia definida.

Las estructuras plegadas que se han observado en el campo y que quedan reflejadas en el plano cartográfico son tres. Anticlinal comprendido entre las localidades de Suano y Villacantid, en cuyo núcleo están representadas las facies conglomeráticas y hacia los flancos las lutíticas y carbonatadas. Sinclinal observado sólo en materiales carbonatados en las inmediaciones de Izara (flanco sur del sinclinorio carbonatado). Sinclinal situado entre las localidades de Villacantid y Salces, comprende también materiales carbonatados, si bien esta estructura es mucho más abierta que la situada en el flanco sur.

La tectónica de fractura más representativa y a la vez detectada en el área de estudio se ubica entre Suano e Izara y al Norte de ésta última localidad.

Dicha tectónica está representada por un grupo de fracturas de dirección N. 60-80 E. Estas fracturas a escala del afloramiento, producen pliegues de arrastre de dimensiones decimétricas a métricas. A nivel regional, existen fracturas de gran envergadura de dirección aproximada N. 120 E; es posible que tanto el emplazamiento del Río Híjar como el del Río Ebro, sean coincidentes con estas directrices tectónicas.

La presencia de varias fracturas en las inmediaciones del yacimiento yesífero, objeto de la investigación, previsiblemente dificulte las posibilidades de una mayor extensión del mismo. En este sentido, se han reconocido con detalle las inmediaciones del indicio de yeso, se han observado fracturas N. 60-80 E. al S. del mismo, las cuales probablemente sean las causantes del contraste existente entre los buzamientos detectados en las calizas (10° al S.) y en los yesos (40° al N.); esto quiere decir que probablemente el nivel de yeso detectado, quede a cierta profundidad interrumpido por estas fracturas.

10.2.4.- Historia geológica

El tratamiento que se ha realizado para la elaboración de un esquema paleogeográfico es el habitual en todo tipo de estudio geológico. En este sentido, se realiza en primer lugar un estudio lo más detallado

posible de las facies que componen el área de investigación. Una vez reconocidas esas facies se procede a un minucioso estudio sedimentológico de las mismas, de manera que se van obteniendo datos de la secuencia estratigráfica y de las estructuras sedimentarias que las componen. En base al tipo de secuencia y estructuras sedimentarias asociadas, se sugiere un medio sedimentario concreto.

Este procedimiento es el que se ha seguido en el área investigada, si bien es cierto que unicamente se han estudiado con detalle las facies evaporíticas (yesos y carbonatos), que son los materiales objeto de estudio por su posible interés económico en esta zona.

No se pretende establecer un modelo sedimentario aplicable a toda la región, primero porque no sería válido seguramente, y segundo porque los modelos son representaciones teóricas que difícilmente se adaptan a la realidad, salvo en casos concretos. Por esta razón se ha elaborado (ver figura 9) un esquema sedimentario hipotético en la formación de sulfatos y carbonatos.

El esquema sedimentario propuesto intenta representar donde se acumulan los materiales evaporíticos, que factores los determinan y en relación con los aspectos anteriores, cual sería el tamaño o envergadura de estos depósitos.

ESQUEMA SEDIMENTARIO SUGERIDO PARA EL AREA DE REINOSA.

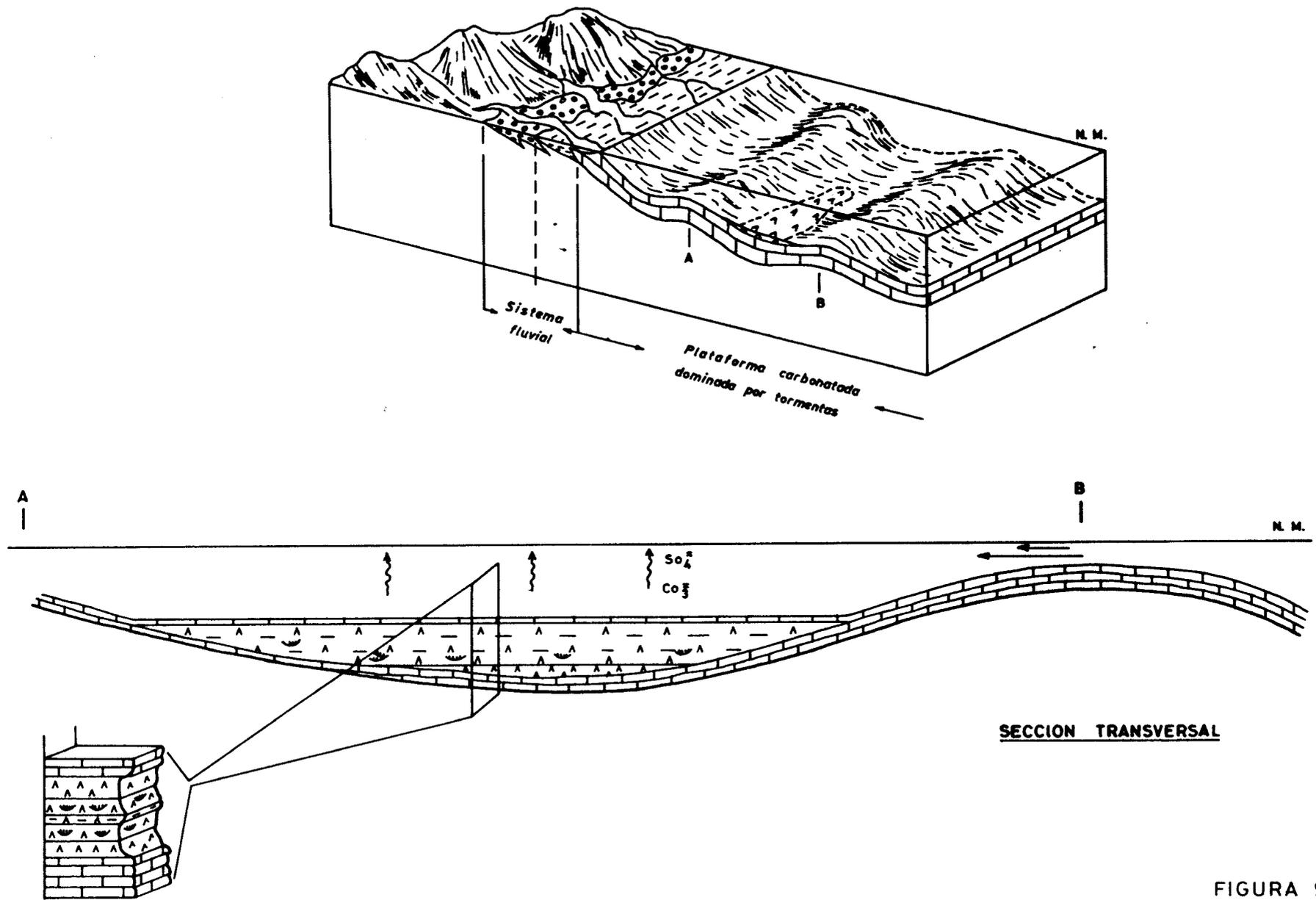


FIGURA 9

Como anteriormente se ha descrito, en el epígrafe de Estratigrafía, al tramo carbonatado se hallan asociados los niveles yesíferos que son objeto de interés. En estos niveles yesíferos se han detectado las mismas estructuras sedimentarias que en los estratos carbonatados más próximos. Estas estructuras sedimentarias son: laminaciones, estructuras lenticulares y estructuras de tipo hummocky, anteriormente reseñadas en el capítulo de Estratigrafía.

Estos materiales fundamentalmente salinos (carbonatos y sulfatos) se interpretan como formados en una plataforma carbonatada en la que la acción de tormentas, agentes atmosféricos, ejercían cierta influencia sobre el sedimento durante el depósito.

La aparición de lutitas ligadas a los niveles salinos indica que durante la sedimentación evaporítica existían ciertos aportes detríticos finos, probablemente procedentes del continente. La presencia de estructuras nodulares formadas en yeso e intercaladas entre las lutitas, se interpreta al menos algunas de ellas como restos de ripples en yesos que por acción o reactivación de tormentas, quedan guillotizados en las crestas y lo que se conserva es únicamente el surco. El resto fósil de este surco presumiblemente, durante la diagénesis adquiere forma de lente que aparece intercalada entre los niveles lutíticos.

Las intercalaciones de niveles de carácter dolomítico entre los niveles salinos (véase figura 1, entre el metro 4 y 5), permiten relacionar desde el punto de vista sedimentológico el paquete yesífero con el tramo carbonatado. Al mismo tiempo el paquete salino es de los pocos que a escala regional conserva su posición estratigráfica sin apenas deformación o tectonización, lo cual induce a pensar su relación directa con los materiales carbonatados (calizas y/o dolomías), más competentes de cara a la deformación.

finalmente indicar que tanto la ubicación del yacimiento yesífero, entre carbonatos, como el espesor que presenta es una anomalía de carácter estratigráfico y sedimentológico dentro de la zona de estudio, puesto que no se ha localizado ningún otro nivel intercalado.

10.2.5.- Posibilidades yesíferas de la zona

Como se ha podido apreciar en los apartados anteriores, en la zona estudiada existe un único indicio de yeso que fué sometido a explotación, primero en cantera y luego en interior por el método de cámara y pilares. (Fotos 16 y 17).

La cartografía de detalle refleja que en la zona no aflora yeso más que en este punto.

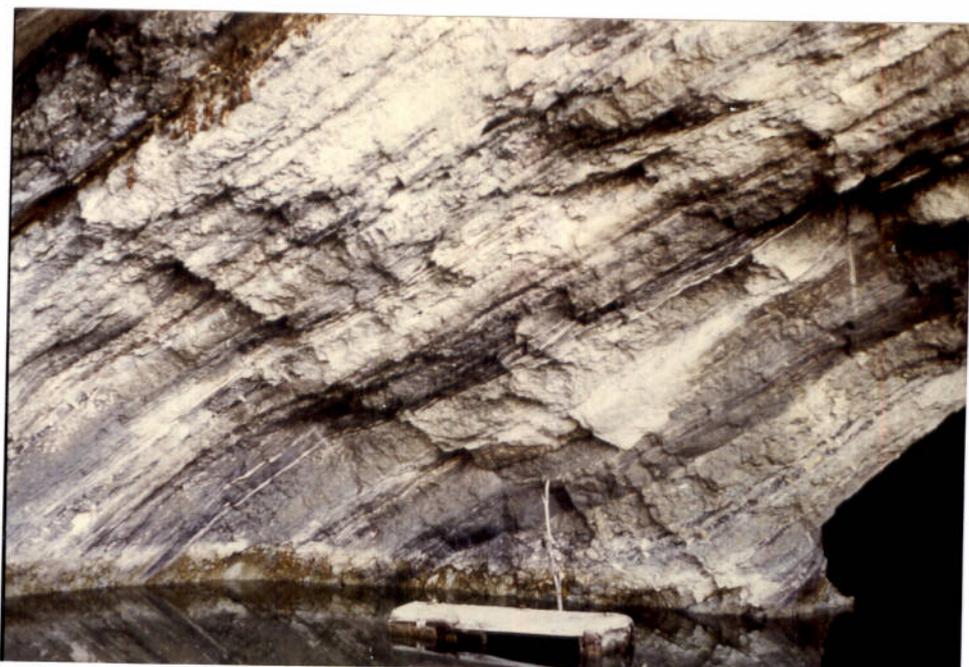


FOTO 16. *Cantera de yeso de IZARA (REINOSA)*



FOTO 17. *Cantera de yeso en IZARA (REINOSA)*

La investigación realizada ha consistido, además de la realización de la cartografía de detalle, en el levantamiento de una columna de detalle en el frente yesífero y de la toma de muestras para realizar ensayos tecnológicos. Las muestras tomadas se han indicado sobre la columna.

Se han tomado cuatro muestras. Tres de ellas se corresponden con los tramos de características similares y la cuarta es una muestra representativa de todo el paquete yesífero.

Previamente se había tomado (durante la primera fase) una muestra de yeso a la que se le ha realizado análisis químicos y difracción de Rayos X. Los resultados de la muestra 209/86 - 83 -5 -6 han sido los que se representan en el cuadro adjunto.

Se observa un alto porcentaje de silicatos, debido a la cantidad de cuarzo, en forma de cristales bipiramidales (jacintos) que se encuentran dispersos por toda la masa yesífera.

En principio, y con estos resultados se podría establecer para este yeso un índice de pureza del 81.58%. Otras observaciones realizadas son los porcentajes algo altos de Na_2O y K_2O (únicamente para su uso como escayola).

Los ensayos de las muestras enviadas al INCE han dado los siguientes resultados:

	<u>AGUA COMBINADA %</u>	<u>SO₃%</u>	<u>INDICE DE PUREZA %</u>
RA	12.6	29.7	63.1
RE	13.3	33.4	66.7
RC	13.0	31.5	66.6
RD	12.1	29.5	62.3

Lo que clasifica este yeso como de clase IV en todas las muestras.

10.3.- AREA DE LA SERNA

10.3.1.- Situación y límites del área seleccionada

Este área se encuentra situada en la zona meridional del Valle del Río Besaya, entre las localidades de San Juan de Raicedo y Silió en la Comunidad Autónoma de Cantabria. Se trata de una franja alineada en dirección NNW - SSE coincidente con el valle del Besaya en su zona meridional.

Tiene una extensión aproximada de 10 km² y está atravesada longitudinalmente por el río Besaya.

Sus límites en coordenadas U. T. M. son los siguientes:

Longitud 570 y 573,300

Latitud 954 y 949,500

Los materiales aflorantes pertenecen al Trias, Jurásico inferior y Cuaternario, que discordantemente cubren gran parte del área estudiada, bien como Terraza y aluvial reciente ó bien como coluviales.

10.3.2.- Estratigrafía

Se han considerado dos grupos de materiales claramente diferenciables, los materiales mesozoicos y los cuaternarios.

Dentro de los materiales mesozoicos se han reconocido varias facies que cronológicamente varían desde el Triás inferior al Cretácico inferior (Berriasiense - Valanginiense).

Como materiales Cuaternarios se han distinguido el aluvial reciente, depósitos de terraza y coluviales.

10.3.2.1.- Mesozóico

Se han diferenciado cuatro facies.

La facies basal es atribuible al Trias inferior y medio en facies Buntsandstein; que se encuentra únicamente aflorante en la zona norte por encima de San Juan de Raicedo, estando separada del resto del área mediante una falla perpendicular al valle.

Litológicamente está formado por una alternancia de areniscas rojas de grano medio a grueso y microconglomerados cuarcíticos rojos, con arcillas laminadas.

La facies Keuper de edad Trias superior aflora a lo largo de la zona, en el fondo del valle y parte de la ladera este, constituyendo el núcleo de un anticlinal desventrado cabalgante hacia el Este sobre los materiales Wealdenses (Cretácico inferior).

No existe ningún afloramiento en la margen

izquierda del río Besaya por estar cubierto el Keuper por los materiales cuaternarios.

Litológicamente esta constituido por arcillas abigarradas plásticas y yesos que alcanzan en esta zona potencias muy considerables, de hasta varias decenas de metros.

En la mayoría de los afloramientos que se han observado en la zona se constata la presencia muy abundante de yesos en relación con las arcillas, sobre todo yeso fibroso, removilizado, en fracturillas.

Se consideran también dentro de esta facies diversas masas ofíticas.

La general falta de afloramientos impide la definición de la estructura tectónica que presentan estos materiales

Sobre ellos se dispone discordantemente una facies carbonatada de edad Lias inferior, compuesta por dolomías y calizas dolomíticas muy oquerosas, brechas calcareo dolomíticas y calizas micríticas masivas. A techo de esta serie se han reconocido facies de margas negras laminadas, únicamente en la zona superior del barranco de Fuentezaro.

En contacto mecánico, se encuentran los materiales detríticos de la facies Weald formados por areniscas, predominando las de grano grueso incluso microconglomerados, que suelen contener restos de

gasteropodos, tal y como se puede apreciar en el corte de la pista de Silió al poblado de Santa Marina.

10.3.2.2.- Cuaternario

Se distinguen en la zona varias facies cuaternarias. Una facies de terraza fluvial alta que se observa en la margen derecha del río Besaya; en los alrededores de Arenas de Iguña.

Litológicamente está formada por gravas y grandes bloques de areniscas silíceas de hasta 1 m³, bien redondeados, englobados en una matriz areno arcillosa.

La Terraza inferior, cartografiada junto con los acarreos actuales como aluviones del río Besaya, está formada por materiales de menor granulometría y mayor heterogeneidad litológica. Se trata de gravas y bolos que cubren en gran medida los materiales del Keuper.

Se han cartografiado como coluviales, aquellos depósitos de derrubios y masas deslizadas que adquieren un suficiente espesor y desarrollo. Estos materiales están constituidos por bolos y bloques angulosos de arenisca, en el seno de una matriz areno arcillosa.

En la margen derecha del río Besaya aparecen unos depósitos del abanico aluvial en las salidas de los

barrancos importantes, son depósitos muy heterométricos y de litología variada, fundamentalmente gravas con matriz arenó arcillosa.

10.3.3.- Tectónica

En esta zona se define un gran anticlinal, de eje N - S, fallado y desventrado cuyo núcleo lo forman los materiales del Keuper sobre los que se encuentra el cauce del río Besaya.

Este anticlinal es cabalgante hacia el este poniéndose en contacto los materiales liásicos con los detríticos Wealdenses, está afectado por una falla perpendicular a su eje en las proximidades de San Juan de Raicedo que eleva el bloque Septentrional; donde son los materiales del Buntsandstein los que se encuentran en contacto con la facies Weald.

La orientación de estas dos estructuras coincide con las direcciones de deformación hercínicas, por lo que se considera su origen muy influenciado por las dislocaciones de zócalo.

Es en la orogenia Alpina y probablemente en las fases Sávica y Stáirica cuando se reactivan las deformaciones hercínicas, creándose la estructura anticlinal cabalgante del Valle del Besaya y cierto despegue del Mesozoico al nivel del Keuper.

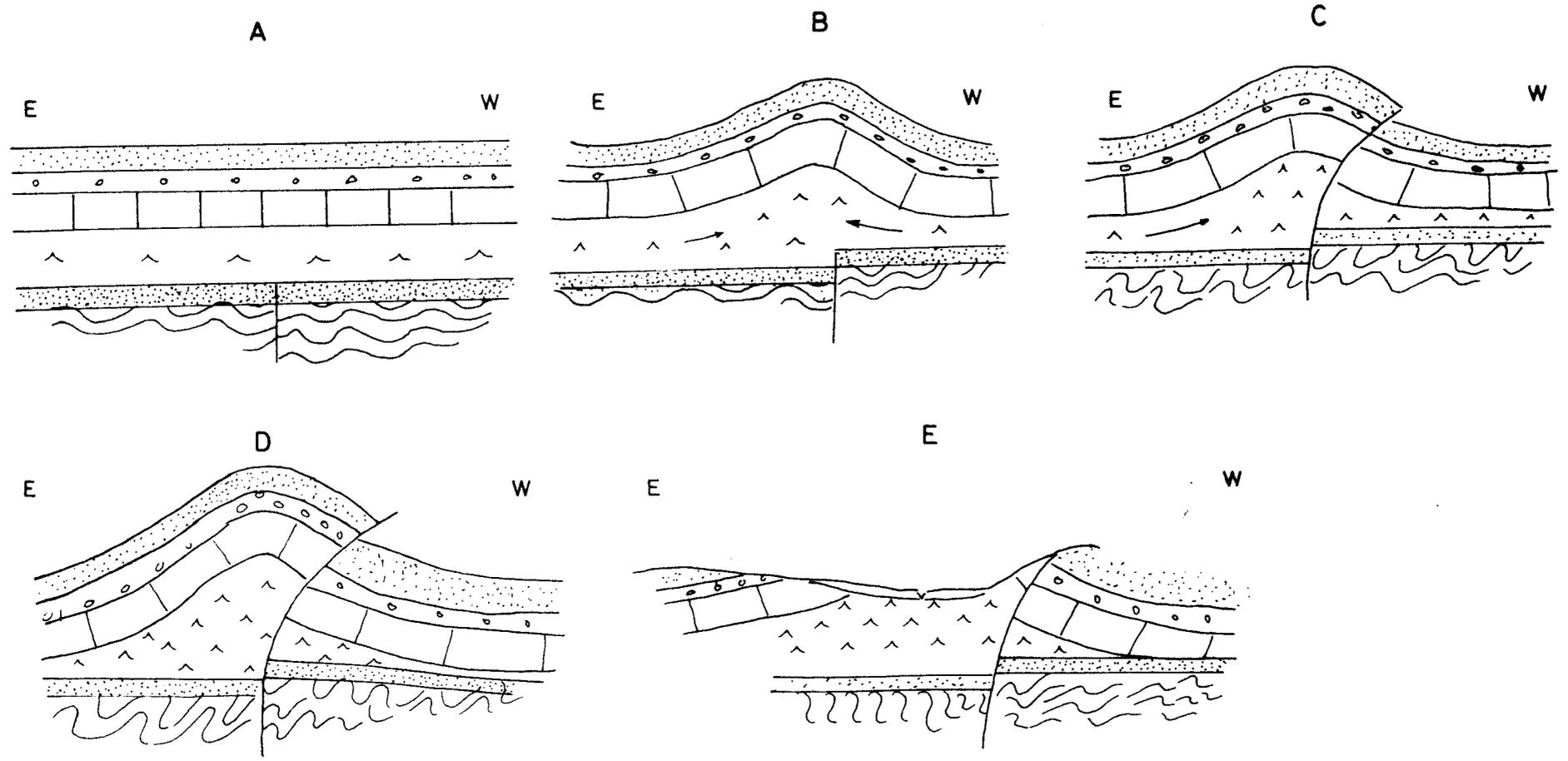
Para explicar la falta de materiales de la facies Keuper entre el contacto del Buntsandstein y Jurásico en la zona superior del anticlinal, se puede recurrir a la existencia de una falla hercínica con movimiento de Tijera, durante la orogenia alpina, que produciría la extrusión de los materiales plásticos del Keuper a otras zonas, pudiendo provocarse su engrosamiento en la zona comprendida entre Arenas de Iguña y Silió. Ver esquema evolutivo (figura 10).

Posteriormente a la generación del cabalgamiento se produjo el hundimiento de la zona sur a favor de la falla de San Juan de Raicedo.

10.3.4.- Posibilidades yesíferas

En la mina de la Serna se extraía hasta hace pocos años yeso de buena calidad en profundidad, aunque en afloramiento estos materiales están muy cubiertos, erosionados y tienen un carácter más impuro. También en superficie llegaron a explotarse los yesos tal como ponen de manifiesto unos antiguos frentes de cantera hoy muy cubiertos por vegetación y derrubios. (Foto 18)

En las proximidades de Silió y en la vertiente Oeste de unos relieves totalmente cubiertos por vegetación, hemos observado una pequeña calicata de prospección en la que llegan a aflorar los yesos grises del keuper con aspecto masivo (foto 19). La calicata se ha



Esquema tectónico evolutivo del sector de la Serna



FOTO 18. *Cantera -*

Mina de LA SERNA

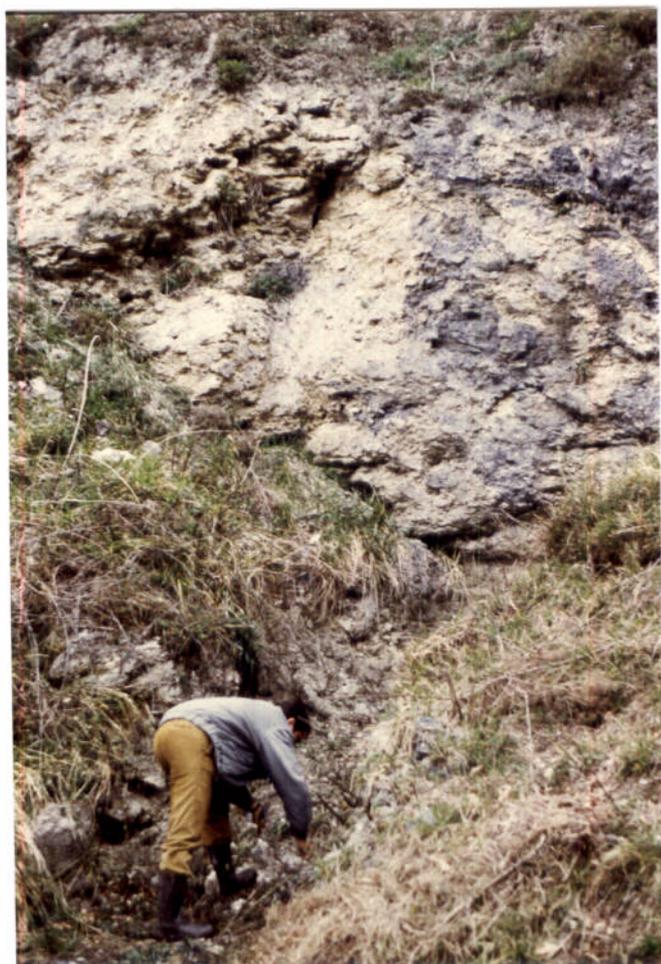


FOTO 19. *Pequeña*

calicata en SILIO

realizado aprovechando un deslizamiento del terreno por lo que en este punto la capa de suelo que recubre los yesos es muy fina.

No obstante, a pesar de aflorar el yeso en varios puntos no se ha podido levantar una columna estratigráfica de detalle, ni tomar muestras representativas.

Con los datos de campo y la cartografía existente se puede indicar que el yeso de La Serna- Silió son masas que han sufrido una acción tectónica importante.

Es posible que realmente exista una corrida yesífera relativamente importante a lo largo del contacto del Trias con el Mesozoico. En principio la estructura anticlinal es favorable para ello, no obstante, de existir yesos, estos serían explotables únicamente en interior.

No se descarta que en el flanco W de la estructura exista igualmente un nivel yesífero.

A partir de una muestra tomada en la mina de La Serna se han tenido los resultados indicados en el cuadro adjunto.

Estos resultados indican que la muestra cogida tiene un índice de pureza de un 95%, lo que la clasifica como de clase extra.

10.4.- AREA DE SALINAS DE AÑANA

10.4.1.- Situación y límites del área seleccionada

El área de Salinas de Añana con una extensión aproximada de 15 km. se encuentra situada en el sector central de la hoja escala 1:50.000 de Miranda de Ebro, en las inmediaciones de la localidad de Salinas de Añana dentro del Territorio Histórico de Alava.

Desde el punto de vista geológico, se trata de un diapiro formado por materiales triásicos enclavado en el terciario continental de la Depresión Miranda-Treviño.

El diapiro con un relieve muy abrupto, presenta una forma elipsoidal cuyo eje tiene una dirección E-O. Los materiales aflorantes corresponden al Trias, Jurásico inferior, Cretácico, Terciario y Cuaternario.

10.4.2.- Estratigrafía

En la zona de estudio hay, a grandes rasgos, dos grupos de materiales claramente diferenciables: unos pertenecientes al Mesozoico y otros al Cuaternario.

Dentro del Mesozoico se han diferenciado varias litologías, tres de ellas pertenecientes al Trias superior en facies Keuper, que constituyen el núcleo del

diapiro; otros materiales pertenecientes al Cretácico, Jurásico inferior y Terciario aparecen como enclaves en el interior del diapiro, tratándose de restos arrastrados por la ascensión halocinética del mismo.

Se ha distinguido así mismo una litología de brechas cataclásticas que constituye una mezcla de diferentes materiales, situada en algunas zonas de borde del diapiro.

Los materiales encajantes son exclusivamente facies continentales Terciarias.

10.4.2.1.- Mesozoico

10.4.2.1.1.- Trias

Los materiales triásicos en facies keuper constituyen el núcleo del diapiro y se han distinguido en ellos cuatro litologías diferentes:

-Arcillas abigarradas plásticas con niveles de yeso y otras sales, estas sales no afloran pero su existencia se manifiesta por la presencia de tres manantiales de salmuera dentro del afloramiento.

En superficie es común la presencia de numerosos fragmentos de carniolas y ofitas.

Los afloramientos de yeso se pueden agrupar en dos conjuntos:

Unos afloramientos dispersos, de pequeñas dimensiones formados por yesos bandeados mezclados con arcillas y carniolas, que se localizan en la zona central del diapiro.

Un nivel de yeso bandeado de varios metros de potencia y notable continuidad que se dispone concretamente al borde de la estructura del diapiro.

Este conjunto forma un horizonte más o menos plano y continuo, poco contaminado en arcilla. En detalle los yesos se presentan bastante replegados.

Dentro de este horizonte y en su parte central suele aparecer un nivel métrico de caliza negra, sobre este tramo se localiza la gran mayoría de las explotaciones de yeso. En principio sería correlacionable con el tramo K1 de Valencia o de Poza o quizá con el k4.

- Margas arcillosas de colores violáceos y blancuzcos que se encuentran intercaladas entre las arcillas abigarradas.

- Masas de ofitas, distinguiéndose unas masas centrales y otras pequeñas masas alargadas paralelamente al borde del diapiro; formando una banda dispuesta subverticalmente en el borde de la estructura.

Se trata de niveles alternantes ricos en yeso y arcilla respectivamente, que engloban fragmentos milimétricos y centimétricos de margas, carniolas, yesos

y ofitas.

Su espesor va disminuyendo hacia el Sur y sus materiales se ven cubiertos hacia el Norte por los depósitos coluviales.

10.4.2.1.2.- Jurásico inferior (Rhetiense)

En las zonas elevadas aparecen masas irregulares y caóticas de calizas dolomíticas oquerosas, a menudo recristalizadas, de color crema y gris, que han sido agrupadas como carniolas.

Dada su amplia distribución y la heterogeneidad de sus fragmentos, se han cartografiado únicamente aquellos cuerpos de mayor tamaño.

Estas rocas provienen de la transformación de los niveles carbonatados del Lías inferior, como consecuencia de la tectonización concomitante al emplazamiento del diapiro.

10.4.2.1.3.- Cretácico

Se trata de un único enclave de pequeñas dimensiones situado al Norte de Vitoria.

Esta formado por limolitas micáceas y margas laminadas grises.

El enclave corresponde a restos del Cretácico arrastrados por el movimiento ascensional del diapiro.

10.4.2.1.4.- Terciario

Se trata de una serie rítmica en la que alternan margas arcillosas, arcillas, limos, areniscas y conglomerados de edad Oligoceno-Mioceno, en la que está encajado el diapiro, también existen enclaves terciarios en el interior del mismo.

10.4.2.2.- Cuaternario

Se han distinguido en el área de estudio dos zonas con depósitos pliocuaternarios.

La primera corresponde a los depósitos asociados al lago de Arreo, formados por arcillas y limos muy ricos en materia orgánica.

La segunda zona, de mayor extensión, está formada por depósitos de pie de monte, desarrollados en el interior del diapiro jalonando los relieves existentes en su borde septentrional; se trata de brechas con matriz areno - arcillosa, pudiendo alcanzar en algunos puntos una veintena de metros de potencia.

10.4.3.- Tectónica

La estructura regional se presenta como un sinclinal laxo y simétrico cuyo flanco norte, llegando a afectar ligeramente a la charnela, se encuentra

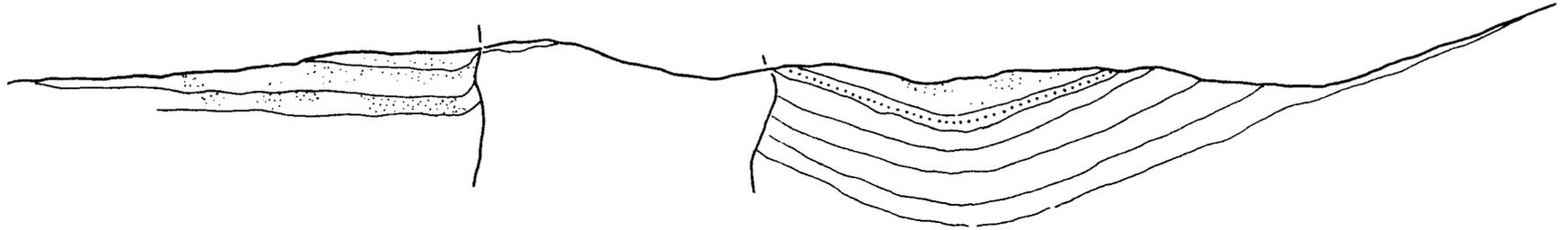
perforado por el diapiro. (Fig. 11).

Como consecuencia del emplazamiento halocinético del diapiro, los materiales terciarios que están en contacto con el, aparecen verticalizados e incluso ligeramente invertidos.

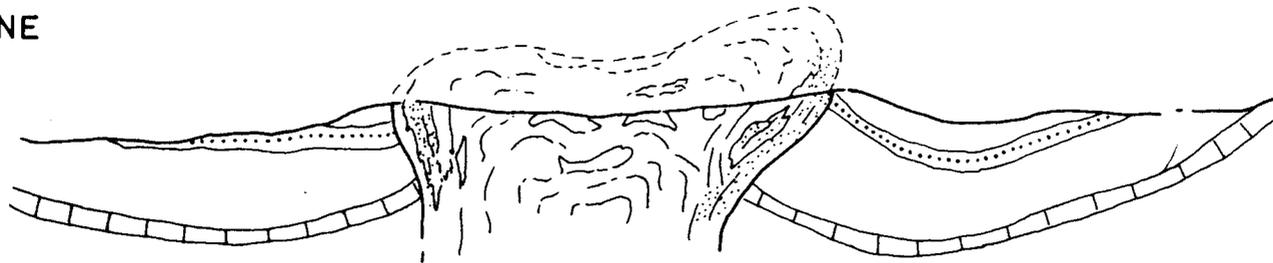
En la zona de Arbígeno y Basquiñuelas se pueden observar niveles triásicos interestratificados con materiales terciarios; esto indica que el diapiro era aflorante en el Mioceno cuando se estaban depositando los materiales terciarios y que ha sufrido posteriores movimientos ascendentes, que han producido la verticalización de los materiales terciarios que lo rodean.

El borde del diapiro se halla afectado por fallas radiales de pequeño desplazamiento, si exceptuamos la que le afecta en el extremo oriental y que condiciona la aparición de dos importantes manantiales.

S-N



SO-NE



Esquemas geologicos interpretativos del diapiro de Salinas de Añana

10.4.4.- Posibilidades yesíferas

El diapiro de Salinas de Añana ha sido desde antiguo sometido a explotación de rocas evaporíticas.

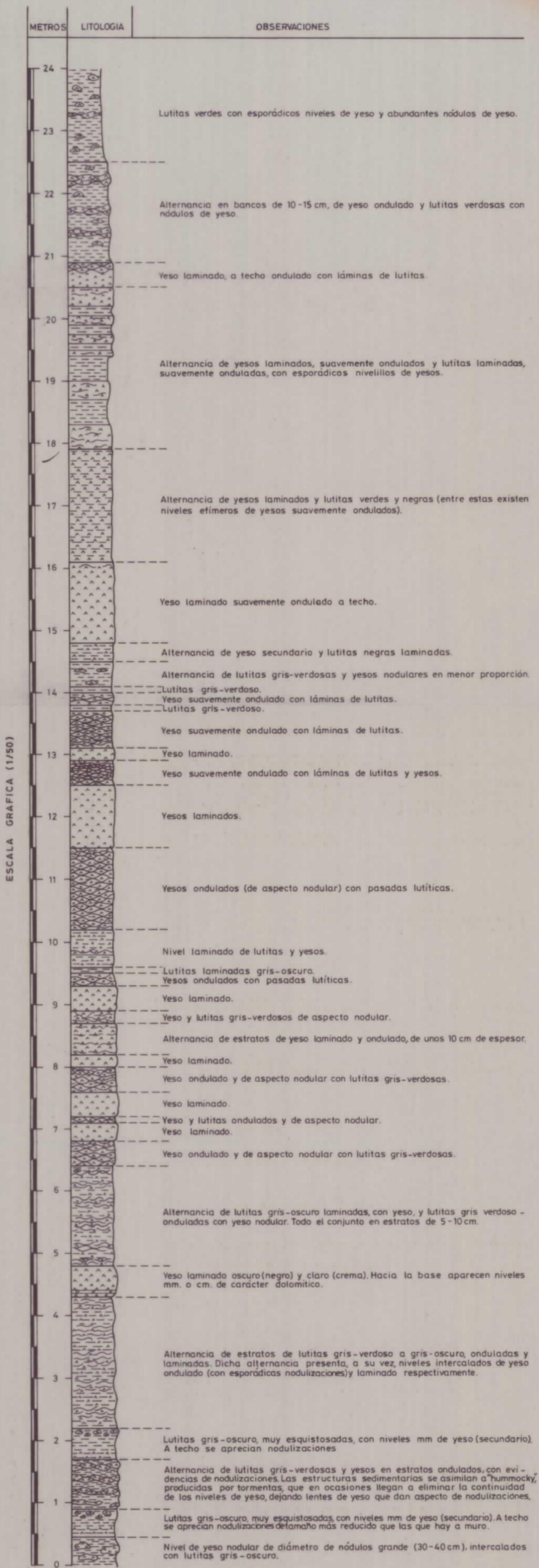
La explotación de sal data de la época romana, y confieren al pueblo de Salinas de Añana un aspecto muy particular (ruiniforme) al utilizarse eras para la evaporación de la salmuera. En la actualidad continúan las explotaciones salinas. (Foto 20).

Los materiales yesíferos fueron explotados hasta hace relativamente poco tiempo. Los indicios son muy numerosos en toda la zona, aunque generalmente son pequeñas labores. En la cartografía de detalle están representados todos ellos. Se observa aún la antigua fábrica de yesos, situada en "Yeserías de Paul".

Las principales zonas de explotadas han sido al E del diapiro "Mina Roberto" y al O del mismo, donde se encuentran varias canteras sobre un nivel yesífero de entidad.

La zona de la mina Roberto ofrece una potencia de yesos grande, no obstante estos están muy contaminados por arcilla y carbonato; por los restos encontrados en la parte alta de la escombrera es posible que una de las causas del paro de la explotación haya sido, además de la crisis de la construcción, el encontrarse con gran abundancia de Anhidrita.

COLUMNA DE DETALLE DE LA CANTERA DE YESOS
SITUADA ENTRE IZARA Y VILLACANTID (área de Reinosa)



ESCALA GRAFICA (1/50)

FIGURA 7



FOTO 20. *Eras para la obtención de sal. SALINAS DE ANANA*

Dado que esta zona se encuentra bajo una concesión vigente no se ha continuado la investigación en este sector, centrandose esta en la zona O del diapiro.

En el sector O los indicios son abundantes, el yeso aflora practicamente de forma continua.

A pesar de que en general las labores se encuentran en mal estado, hay una de ellas que muestra aún un corte especialmente conservado como para levantar una columna litológica de detalle (Fig. 12). (Fotos 21, 22, y 23)

En la columna levantada se observa que hay tres paquetes diferenciados, uno inferior de yeso laminado, que contiene zonas ricas en Anhidrita, con una potencia aproximada de casi nueve metros, un tramo intermedio formado por arcillas versicolores con laminitas de yeso, que culmina con una brecha en la que hay yeso macrocristalino.

El tercer tramo estaría compuesto esencialmente por yeso laminado e incluso masivo.

A techo de este tramo hay de nuevo un paquete arcilloso - brechoide con cantos carbonatados y yeso removilizado. Culminando la serie aparecen de forma discordante carniolas del Jurásico.

Se ha realizado un desmuestre de los Tramos 1 y 3, recogiendo las muestras S - A y S - B.



FOTO 23. *Detalle de la cantera de Salinas*



FOTO 21. *Acceso a la
cantera de Salinas*

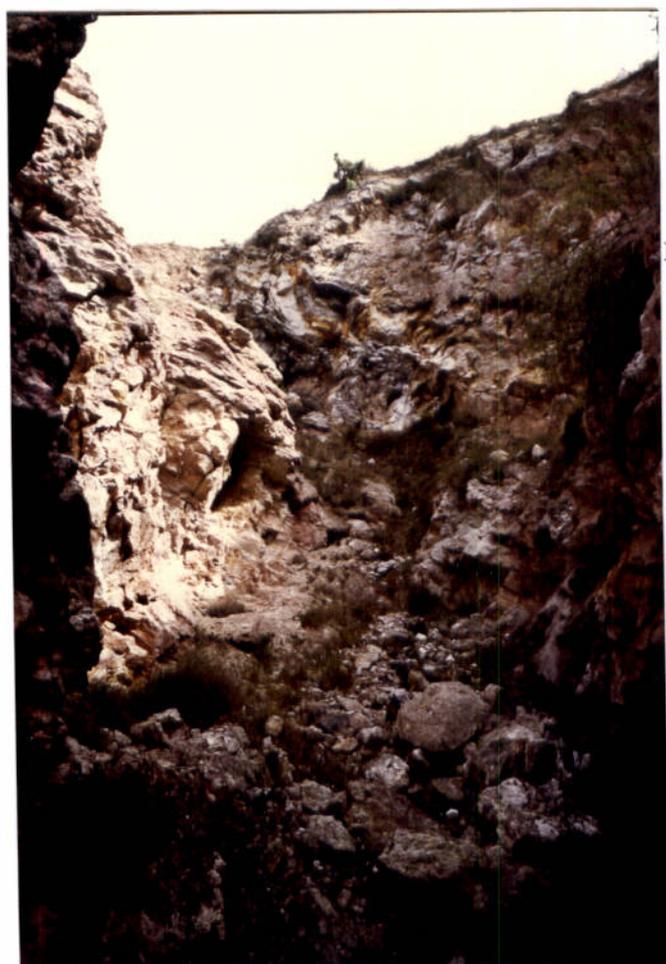


FOTO 22. *Interior de la
cantera de Salinas*

COLUMNA LITOLÓGICA DE SALINAS DE AÑANA

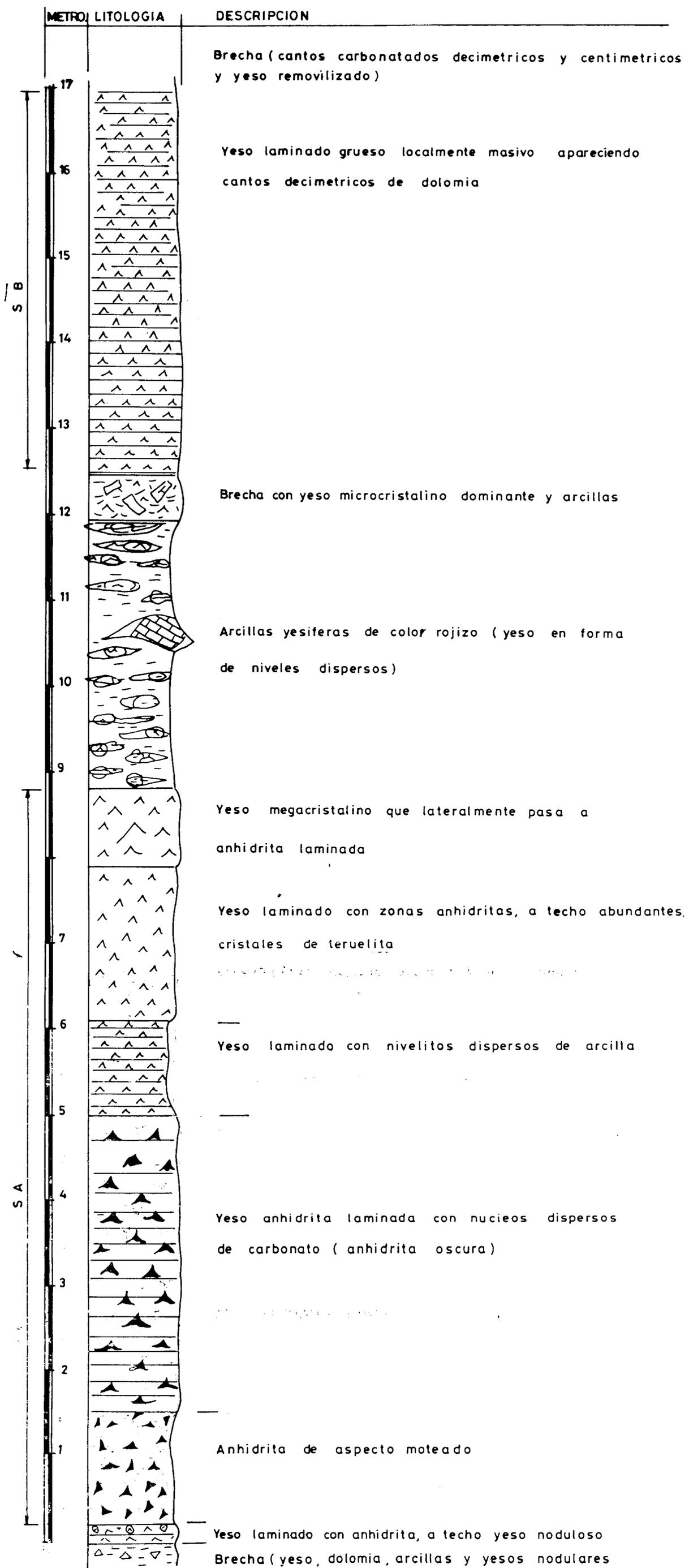


FIGURA 12

No se realiza muestra total de la columna porque el tramo intermedio arcilloso es muy potente, y la potencia de cualquiera de los Tramos 1 y 3 es en principio suficiente; cabe además la posibilidad de que este tramo intermedio desaparezca lateralmente.

Los resultados de las muestras recogidas han sido los siguientes:

	<u>AGUA COMBINADA %</u>	<u>SO₃%</u>	<u>INDICE PUREZA %</u>
S - A	16.7	42.2	95.3
S - B	19.2	45.5	96.6

Lo que clasifica a estos yesos como de clase extra.

EGUILUZ y LLANOS (1.984) en su estudio "Investigaciones de reservas minerales de los sectores de Salinas de Añana y La Lastra - Sobrón" profundizan aún más en la geología del diapiro, habiendo realizado incluso varios SEV. Unicamente uno de ellos refleja la existencia de yesos, si bien es cierto que la interpretación de los mismos es problemática, debido a que por la disposición de los yesos, por la posible existencia de enclaves de otros materiales y por la frecuencia de discontinuidades estructurales, las condiciones distan mucho de ser las idóneas para la realización de este tipo de investigación. Igualmente estiman las reservas de yesos en esta zona en unos 2.000.000 de Tm. dato que en principio y a falta de otro tipo de investigación

pensamos que puede estar algo por debajo de la realidad.

Pudiéndose estimar unas reservas minimas de unos 4.000.000 de Tm. que habría que investigar por medios mecánicos y físicos.

10.5.- AREA DE ORDUÑA

10.5.1.- Situación y límites del área seleccionada

Este área se sitúa en los alrededores de la localidad de Orduña, dentro de la Comunidad Autónoma Vasca. (Territorios de ALAVA y BIZKAIA)

Ocupa una extensión de 14 km² comprendida entre las coordenadas U T M siguientes:

Longitud: 653.700 y 658.100

Latitud: 934.600 y 929.250

Desde el punto de vista geológico se trata de una estructura diapírica simple de materiales Triásicos, enclavada en rocas de edad Cretácico Superior, y parcialmente cubierta por materiales cuaternarios.

Presenta una forma elíptica cuyo eje con una dirección NW - SE coincide con una de las principales direcciones de deformación alpinas.

10.5.2.- Estratigrafía

A grandes rasgos se han diferenciado tres tipos de materiales que cronológicamente pertenecen al Trias, Cretácico Superior y cuaternario. Todos los afloramientos salinos del diapiro son de reducido tamaño, los únicos en los que se han podido realizar

observaciones han sido las canteras y algun corte de arroyo, esto hace que las dificultades para establecer la estratigrafía del diapiro sean enormes, no obstante y por proximidad lo equiparamos a la serie de Poza de la Sal.

10.5.2.1.- Trias

Los materiales triásicos corresponden a la facies Keuper y constituyen el nucleo de la estructura diapírica existente, siendo los causantes del desarrollo del diapiro.

Se trata de arcillas abigarradas plásticas de colores vinosos y yesos (y posiblemente sales no aflorantes).

En las arcillas aparecen cristales bipiramidales de Cuarzo y fragmentos de caliza y ofita.

Los yesos pueden tener un espesor considerable tal y como se puede comprobar en una explotación abandonada, en las inmediaciones de Orduña, donde el tramo yesífero presenta más de cuarenta metros de espesor, apareciendo facies de yesos masivos de espesores decamétricos, estando constituidos los niveles superiores por una alternancia de yesos nodulosos y arcillas. (Fig. 13)

COLUMNA LITOLOGICA DE LA MINA - CANTERA DE YESOS AL W DE ORDUNA

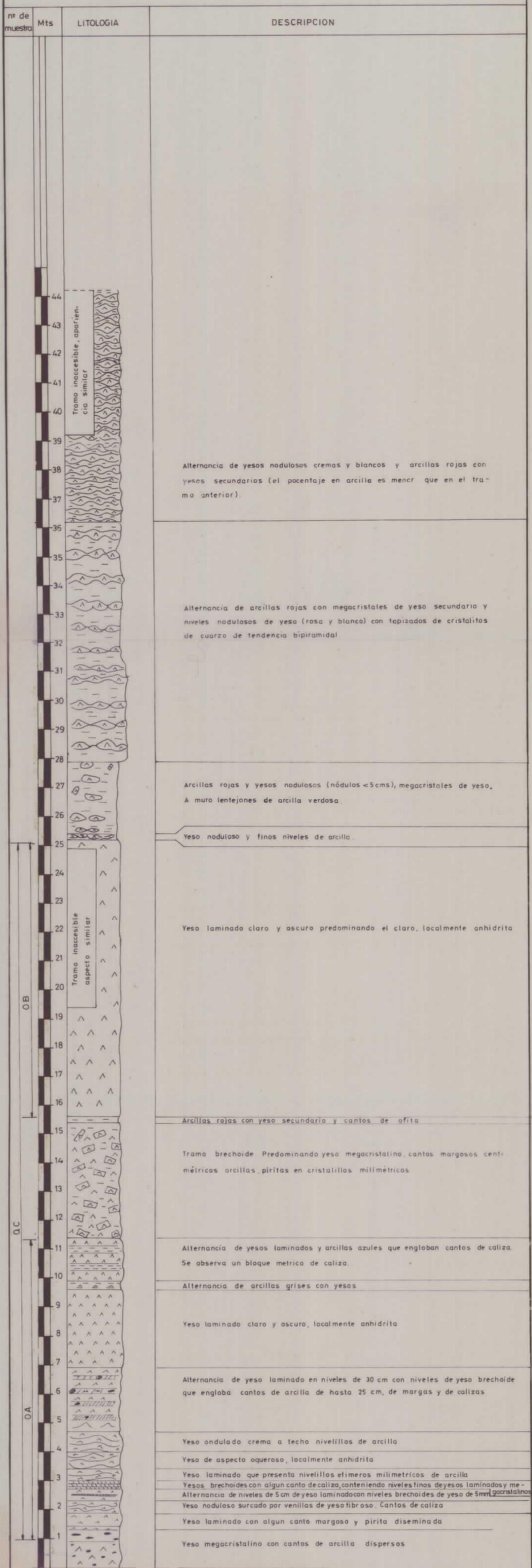


FIGURA 13

Estos niveles superiores son los más favorables para que se den fenómenos de disolución de yesos generándose morfologías típicas de Karst, tal y como se puede comprobar en la parte nororiental del diapiro (La Muera) donde se observa un colapso de más de 30 metros de diámetro y otros tantos de profundidad, o en pequeñas dolinas que se presentan alineadas en la parte noroccidental.

En algunos puntos se ha encontrado, englobados en los yesos masivos, bloques de dolomía de tamaño métrico.

Dentro de las facies Keuper suele ser común la existencia de masas ofíticas; aunque en esta zona no se ha reconocido ninguna, si se han encontrado cantos y bloques decimétricos en el borde oeste del diapiro, tanto en facies yesíferas como en arcillosas.

En las zonas próximas al contacto con los materiales cretácicos limitantes del diapiro suelen encontrarse facies brechoides.

En la superficie de los afloramientos triásicos aparecen, diseminados en mayor ó menor medida, cantos y bloques de caliza muy oquerosa que por su aspecto pueden corresponder a Carniolas del Rhetiense.

En la zona nororiental y noroccidental coincidentes con las zonas donde aparecen las morfologías Karísticas en yesos, se encuentran enclaves de materiales

del Cretácico superior, pudiendo ser sus contactos la vía de penetración del agua que produce la disolución de los yesos.

10.5.2.2.- Cretácico Superior

El diapiro de Orduña aflora rodeado totalmente de materiales de edad Cenomanense - Turonense (Cretácico superior).

Se trata de materiales carbonatados, formados por una alternancia irregular de margas con niveles de margocalizas como términos inferiores, descendiendo el contenido en terrígenos hacia el techo de la serie cretácica; donde aparecen calizas y margocalizas de aspecto tableado que indican una sedimentación más tranquila.

10.5.2.3.- Cuaternario

Se han considerado como depósitos cuaternarios únicamente aquellos que presentan un cierto espesor y desarrollo, distinguiéndose depósitos aluviales, depósitos coluviales y depósitos aluvio - coluviales, este último término engloba a los depósitos mixtos y aquellos en los que no se observa claramente su pertenencia a uno de los dos términos anteriores.

Los depósitos aluviales están constituidos por acumulación de materiales de diferentes granulometrías, fundamentalmente gravas redondeadas, englobadas en una matriz arcillo - arenosa. Su espesor es variable superando en las zonas centrales los 9 metros.

Estos depósitos presentan grandes alteraciones por las obras realizadas al encauzar y dragar el río Nervión y por la nivelación y saneamiento efectuado en la zona durante la concentración parcelaria.

Geograficamente estos depósitos ocupan una gran extensión en el centro de la depresión que presenta el diapiro, recubriendo en gran parte los materiales triásicos.

Se han considerado como depósitos coluviales aquellos depósitos de ladera que se han formado por la acción de la gravedad y están constituidos fundamentalmente por gravas calcáreas angulosas con matriz limoarenosa.

10.5.3.- Tectónica

La zona de estudio está condicionada tectónicamente por la existencia del diapiro.

Este es, grosso modo, de forma anular, presentando las estructuras típicas a él asociadas: fallas

radiales, anulares, pinzamientos y bloques de materiales arrastrados en su seno. (Fig.14)

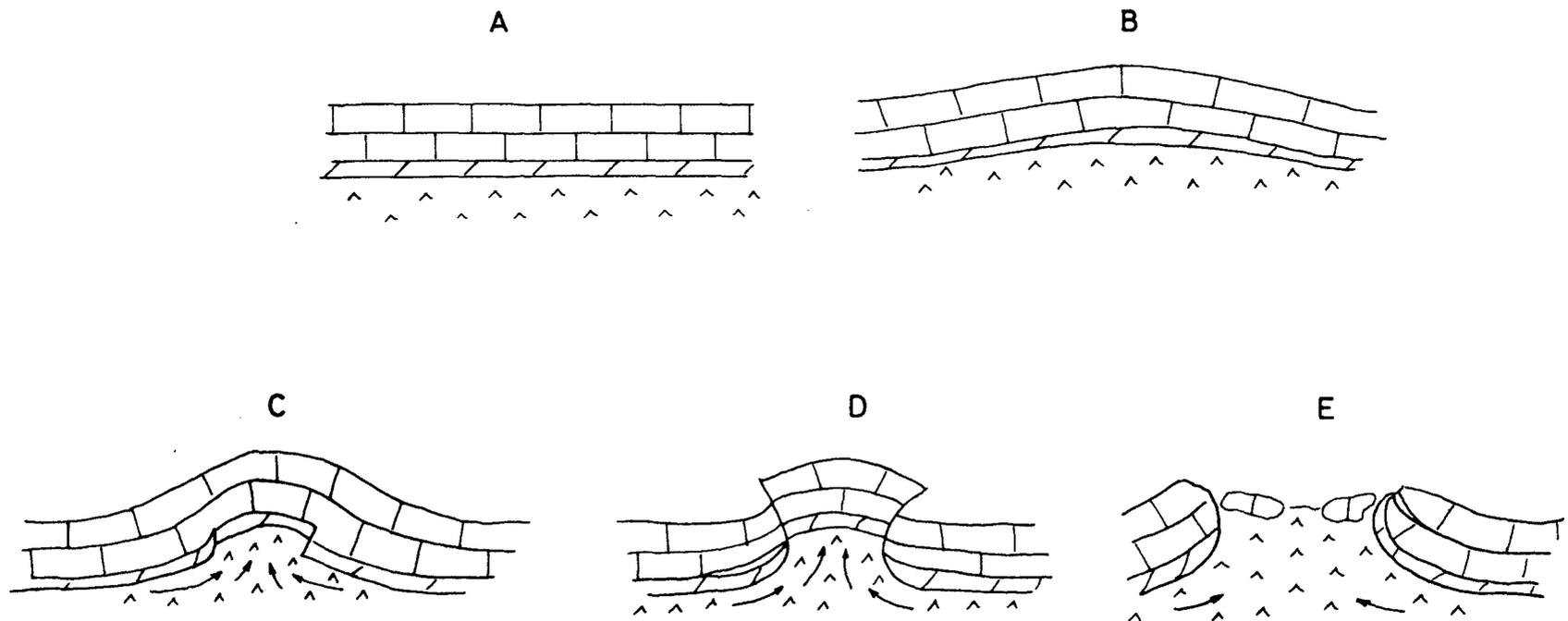
El diapiro es netamente de origen halocinético, pudiendo ser los primeros movimientos de la orogenia alpina los detonantes de esta halocinesis, provocando las diferencias litoestáticas responsables del desarrollo halocinético del diapiro.

10.5.4.- Posibilidades yesíferas

Los materiales yesíferos de Orduña han sido explotados hasta fechas muy recientes. Todos ellos se sitúan en el borde O del diapiro. La principal causa de cierre fue la crisis de la construcción.

Como se ha indicado en el capítulo de estratigrafía las dificultades de observación son muy grandes. Ello hace que prácticamente toda la investigación se haya centrado en el borde O del diapiro.

En esta zona se puede deducir un nivel de yesos de potencia variable que se dibuja paralelo al contacto con el mesozoico. Si tenemos en cuenta la estructura diapirica este nivel debe de ser anular y el nivel yesífero extenderse a lo largo de una elipse.



Diversos estadios en la formación del diapiro de Orduña

De todos los puntos donde afloran facies yesíferas se ha seleccionado la cantera-mina de Uria (fotos 24 y 25) para levantar una columna litológica puesto que reúne varias condiciones:

- Es el mayor afloramiento
- Afloran diferentes facies yesíferas.
- Hasido explotado anteriormente, ofrece paredes limpias.

La columna levantada (Fig. 13) muestra varios tramos yesíferos.

Sobre unos niveles arcillosos, con yesos macrocristalizados se distingue un tramo de diez metros de yeso laminado con algunas intercalaciones de arcillas y margas. Le sigue otro tramo brechoide con predominio de yeso megacristalino y cantos margo-arcillosos. A continuación se encuentra el tramo que ha sido explotado, y que cuenta con diez metros de yeso laminado claro y oscuro. Sobre este tramo se dispone una alternancia de arcilla roja y laminitas de yeso, yeso en megacristales y nódulos de yesos.

Se han tomado tres muestras, dos de ellas representan a los tramos yesíferos y la tercera a la porción de columna que contiene a los dos tramos yesíferos y el intermedio arcilloso.



FOTO 24. *Cantera - mina de URIA (ORDUÑA)*

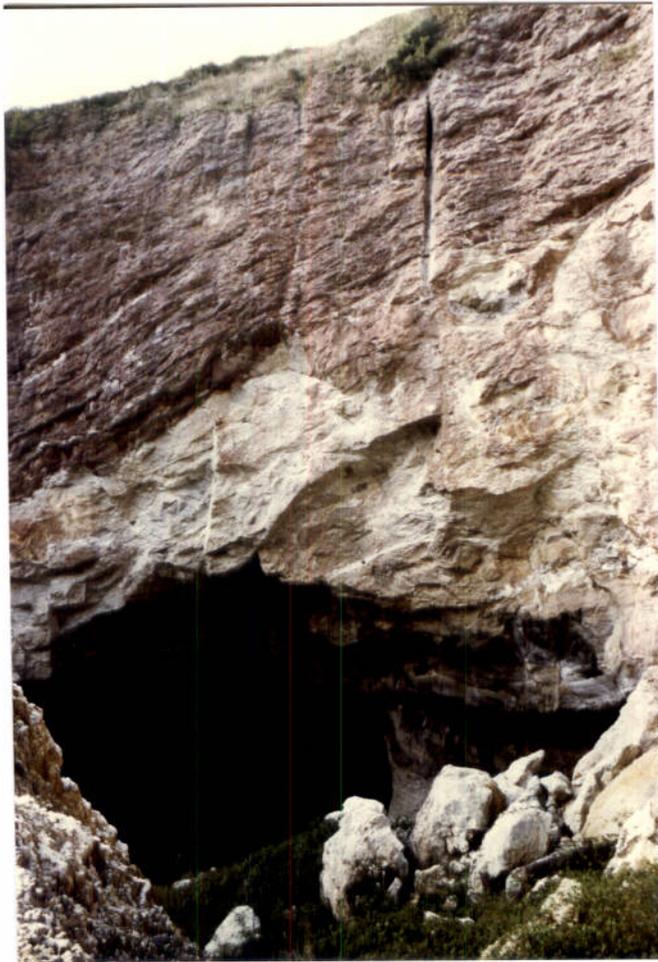


FOTO 25. *Cantera - mina de URIA (ORDUÑA)*

El resultado de los ensayos de estas muestras ha sido el siguiente:

	<u>AGUA COMBINADA %</u>	<u>SO₃ %</u>	<u>INDICE PUREZA %</u>
O - A	13.7	32.2	68.4
O - B	17.9	42.8	90.7
O - C	4.2	11.5	23.7

La clasificación de estos yesos es la siguiente:

O - A clase IV

O - B clase I

O - C no se considera aljéz de construcción.

De estos resultados se deduce que la contaminación producida por el nivel intermedio elimina a priori el interés de todo el conjunto, manteniéndose este para el Tramo III.

Dada la regularidad observada en el frente de la cantera y la continuidad hacia el sur que indican las explotaciones existentes, se pensó en la posibilidad de que el mismo se mantuviese hacia el N. Para comprobar si esto ocurría así y como complemento a la investigación realizada, se ha efectuado una pequeña investigación, de geofísica, (6 SEV) a modo de ensayo piloto para ver las posibilidades de este método en la investigación de yesos en el área, no obstante los resultados de esta

geofísica deben de ser contrastados con los de algún sondeo mecánico.

10.5.4.1.- Geofísica de Orduña

En este capítulo se incluyen los trabajos realizados, así como los resultados obtenidos en la investigación geofísica de un sector del área de Orduña.

En este área existen muy pocos afloramientos de yeso, limitados casi exclusivamente a explotaciones mineras, por lo que no se conoce la continuidad de estas masas de yeso.

Esta continuidad puede ponerse de manifiesto mediante métodos indirectos, económicamente más ventajosos que la realización de sondeos mecánicos, que deben reservarse para estudios ulteriores.

Dentro de los métodos indirectos, el geofísico eléctrico de resistividades en su modalidad de Sondeos Eléctricos Verticales (S.E.V.) se presenta como el más idóneo por su rapidez y economía.

Objetivos

Este trabajo pretende únicamente verificar la validez del método en este área y plantear o no la conveniencia de un estudio geofísico más detallado. Para ello se han marcado los siguientes objetivos:

- Determinar los valores de resistividad que presentan los diferentes materiales triásicos en este área.

- Conocer la longitud mínima que debe tener la línea de emisión AB, para su posible utilización en futuras investigaciones.

- Verificar la viabilidad del método geoelectrico de resistividades en su modalidad de Sondeos Electricos verticales (S.E.V.), como ayuda para la delimitación de las masas de yesos explotadas en la zona.

Metodología

El metodo empleado se basa en el contraste de los valores de resistividad entre las arcillas y los yesos

A priori es factible su utilización al encontrarse los niveles de yeso en posición subhorizontal.

Se ha empleado el método anteriormente mencionado, con dispositivo tetrapolar SCHLUMBERGER, aprovechando el contraste de resistividades entre arcillas y yesos.

En el circuito de emisión se ha empleado una batería de 24 voltios y un miliamperímetro GEOTRON y como elemento de medida un milivoltímetro de la misma casa conectado a tierra mediante electrodos impolarizables.

La interpretación de las curvas se ha realizado por el método del punto auxiliar, utilizando para ello los ábacos auxiliares de Ebert.

Trabajos realizados

Se han realizado 6 Sondeos Eléctricos Verticales con una apertura de alas variable entre 140 m. y 200 m.

Cinco de los cuales se han realizado alineados en un perfil de dirección aproximada N-S situado en la zona occidental del diapiro, al Norte de la mina "Uría".

El S.E.V. restante se ha realizado en la zona oriental del diapiro, cerca del paraje conocido como "La yesera".

La situación de los S.E.V. queda reflejada en el mapa nº 6 del área de Orduña.

Resultados y conclusiones

El S.E.V. K₂₂ se realizó encima de la mina de yeso "Uría", con el objeto de determinar los valores de resistividad de los materiales triásicos en un punto donde se conocía la situación de los mismos.

Se han distinguido en este punto 3 niveles geoelectrónicos:

Uno superficial de 7 metros de espesor que presenta una resistividad de 34 Ω .m atribuido a arcillas.

Un nivel intermedio de 24 metros de espesor, con una resistividad de 65 Ω .m que corresponde a los niveles arcillosos con intercalaciones nodulares de yeso.

El nivel inferior presenta una resistividad de 390 Ω .m y corresponde al nivel de yeso laminado explotado en la mina "Uria".

En base a estos datos se ha realizado una correlación con el resto de los S.E.V. (Fig.15).

Para ello hemos considerado:

- Que no existen enclaves importantes de otros materiales (calizas, ofitas, etc..) bajo la superficie, en la profundidad y área investigada.

- Que los valores de resistividad menores de 40 Ω .m corresponden a arcillas.

- Que el abanico de valores de resistividad restantes, entre 40 Ω .m y 270 Ω .m, corresponden a arcillas yesíferas y que esta variación se corresponde con el contenido en nódulos de yesos, de forma que la resistividad aumenta con la proporción de yeso respecto a arcilla.

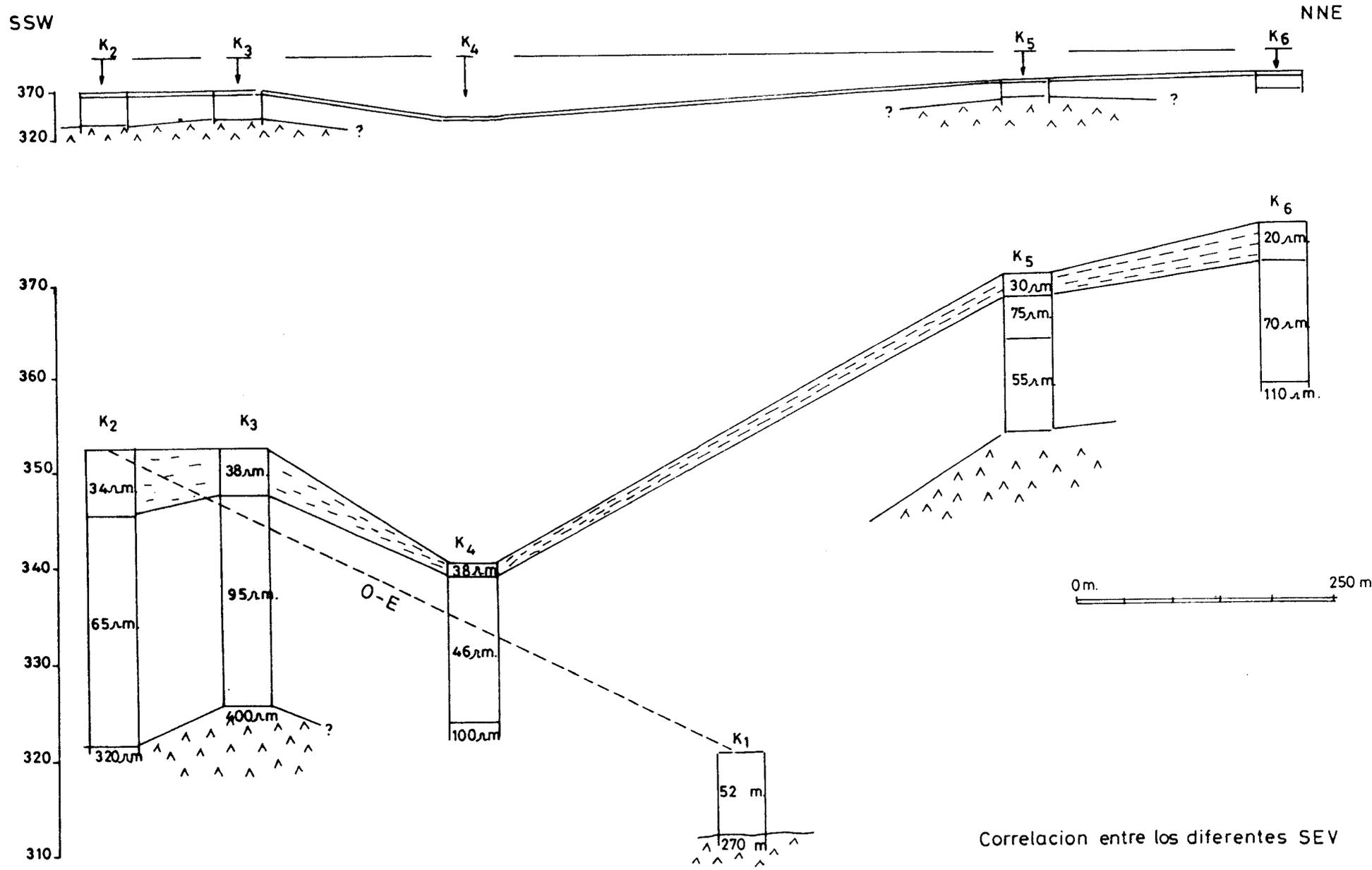


FIGURA 15

Por todo lo anteriormente descrito podemos concluir que:

- El método resulta eficaz para la determinación de la facies de yeso laminado, (que es la susceptible de ser explotada por su riqueza en yeso), ya que presenta un alto contraste de resistividad con la facies de arcillas y niveles nodulares de yeso.

- Que la apertura de alas debe ser como mínimo de 400 m., dado que en algunos puntos no se ha llegado a identificar la facies de yeso laminado, al investigarse una pequeña profundidad por emplear una insuficiente apertura de alas.

- Es conveniente la realización de una campaña geofísica detallada para la determinación de la geometría de las masas de yeso, que debe ser seguida por la realización de algún sondeo para verificar la existencia de yeso y no de enclaves de calizas u ofitas que pueden presentar una resistividad similar.

10.5.4.2.- Conclusiones

Con los datos de los SEV realizados se puede decir que efectivamente el nivel yesífero de Orduña-Oeste debe de mantenerse hacia el N.

Si consideramos los datos tomados en la Cantera-Mina de Uría se pueden evaluar las reservas para

esta zona en aproximadamente 5.000.000 de Tm.

No se descarta la presencia de yeso en condiciones similares bajo los coluviales de la zona Sur y Sureste.



INGEMISA

INVESTIGACIONES GEOLOGICAS Y MINERAS. S.A.

Avd. Virgen de las Angustias, 16 - Telf. 274654 - 14006 CORDOBA

S. E. V. K - 1

INTERPRETACION:

E (m)	ρ (r.m)
8.5	52
	270

ALTITUD: _____

ACIMUT A B: _____

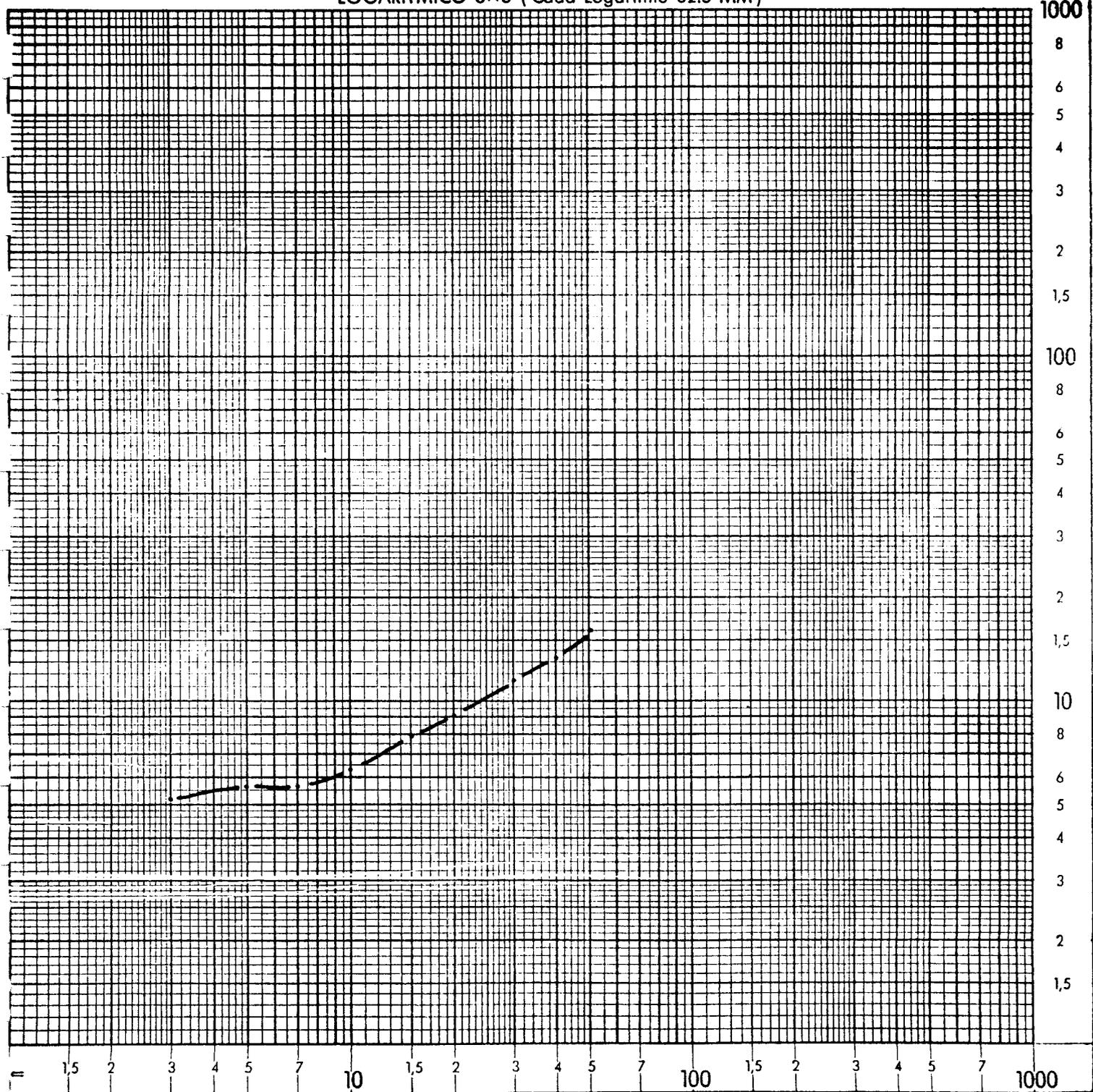
CLIENTE: _____

TRABAJO: Investigación de yesos

ZONA: Orduña

FECHA: Abril 1.987

LOGARITMICO 3x3 (Cada Logaritmo 62.5 MM)



$\frac{A1}{2}$

MN



INGEMISA

INVESTIGACIONES GEOLOGICAS Y MINERAS, S.A.

Avd. Virgen de las Angustias, 16 - Telf. 274654 - 14006 CORDOBA

S. E. V. K - 2

INTERPRETACION:

E (m)	ρ (μ .m)
7	34
24	65
	390

ALTITUD: _____

ACIMUT A B: _____

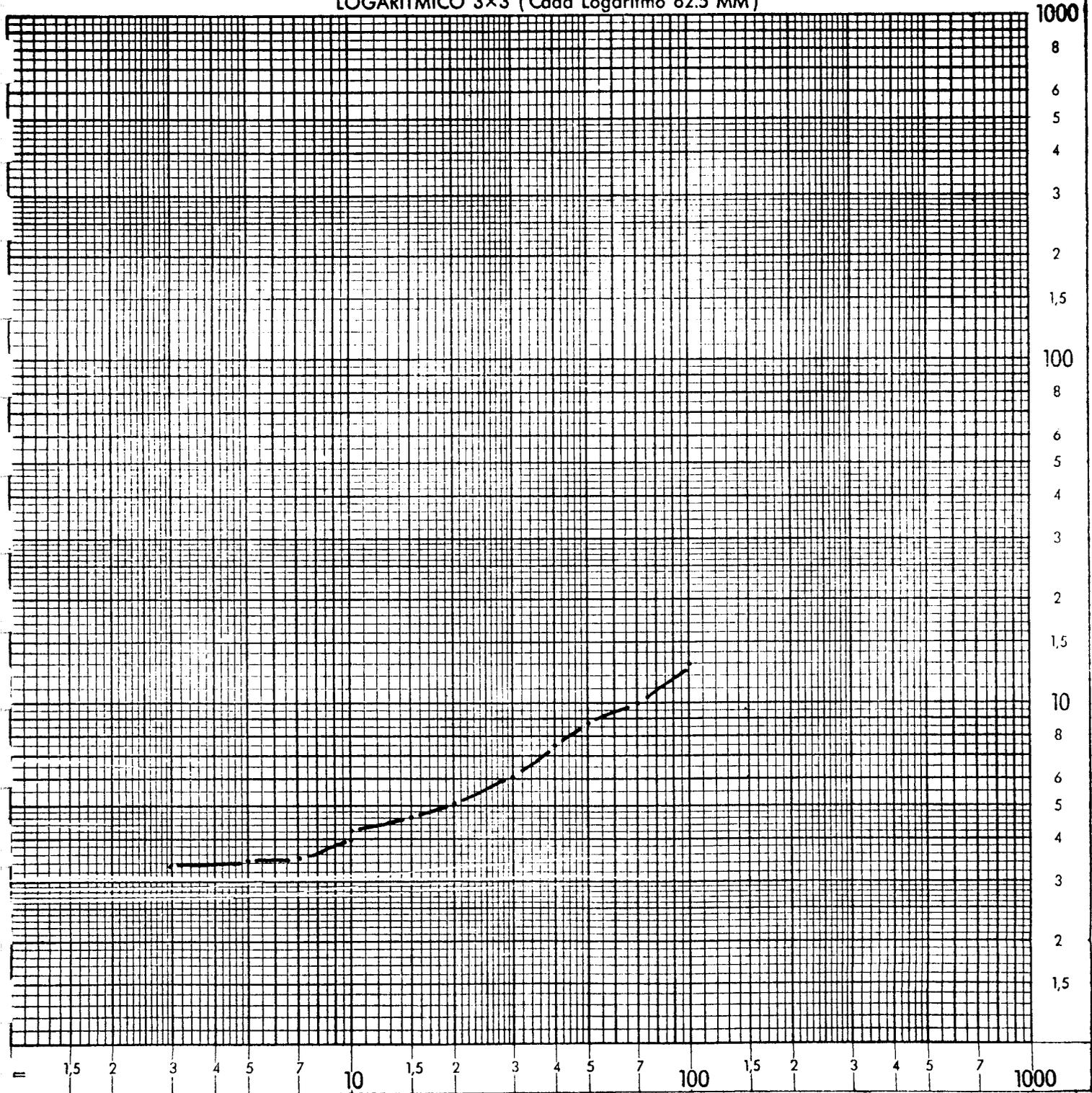
CLIENTE: _____

TRABAJO: Investigación de yesos

ZONA: Orduña

FECHA: Abril 1.987

LOGARITMICO 3x3 (Cada Logaritmo 62.5 MM)



$\frac{AE}{2}$ = 1.5 2 3 4 5 7 10 1.5 2 3 4 5 7 100 1.5 2 3 4 5 7 1000

MN =



INGEMISA

INVESTIGACIONES GEOLOGICAS Y MINERAS, S.A.

Avd. Virgen de las Angustias, 16 - Telf. 274654 - 14006 CORDOBA

S. E. V. K - 3

INTERPRETACION:

E (m)	ρ (r.m)
5	38
22	95
	400

ALTITUD: _____

ACIMUT A B: _____

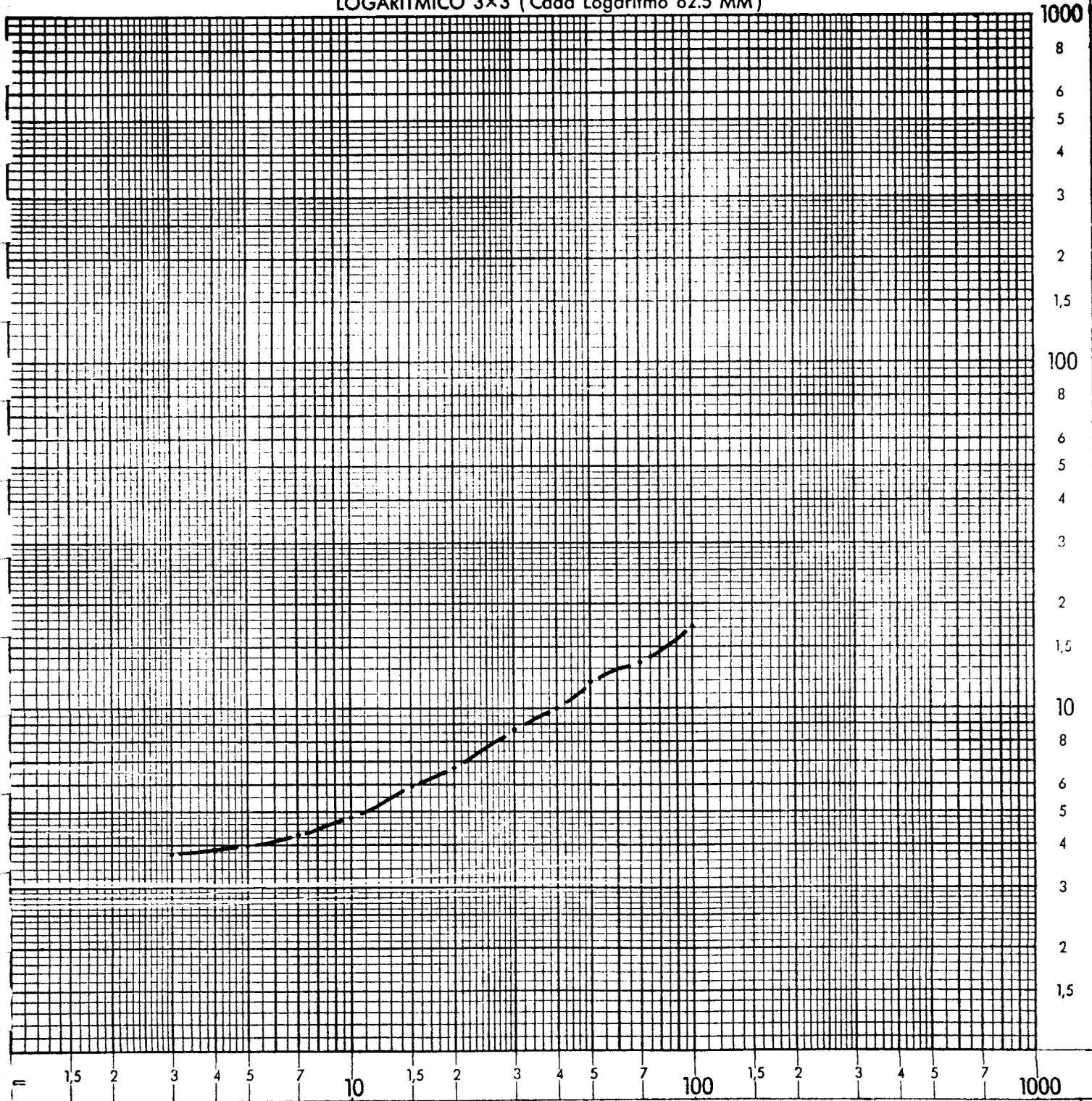
CLIENTE: _____

TRABAJO: Investigación de yesos

ZONA: Orduña

FECHA: Abril 1.987

LOGARITMICO 3x3 (Cada Logaritmo 62.5 MM)



Al
2

MN-



INGEMISA

INVESTIGACIONES GEOLOGICAS Y MINERAS, S.A.

Avd. Virgen de las Angustias, 16 - Telf. 274654 - 14006 CORDOBA

S. E. V. K - 4

INTERPRETACION:

E (m)	ρ (r.m)
1.5	38
15	46
	100

ALTITUD: _____

ACIMUT A B: _____

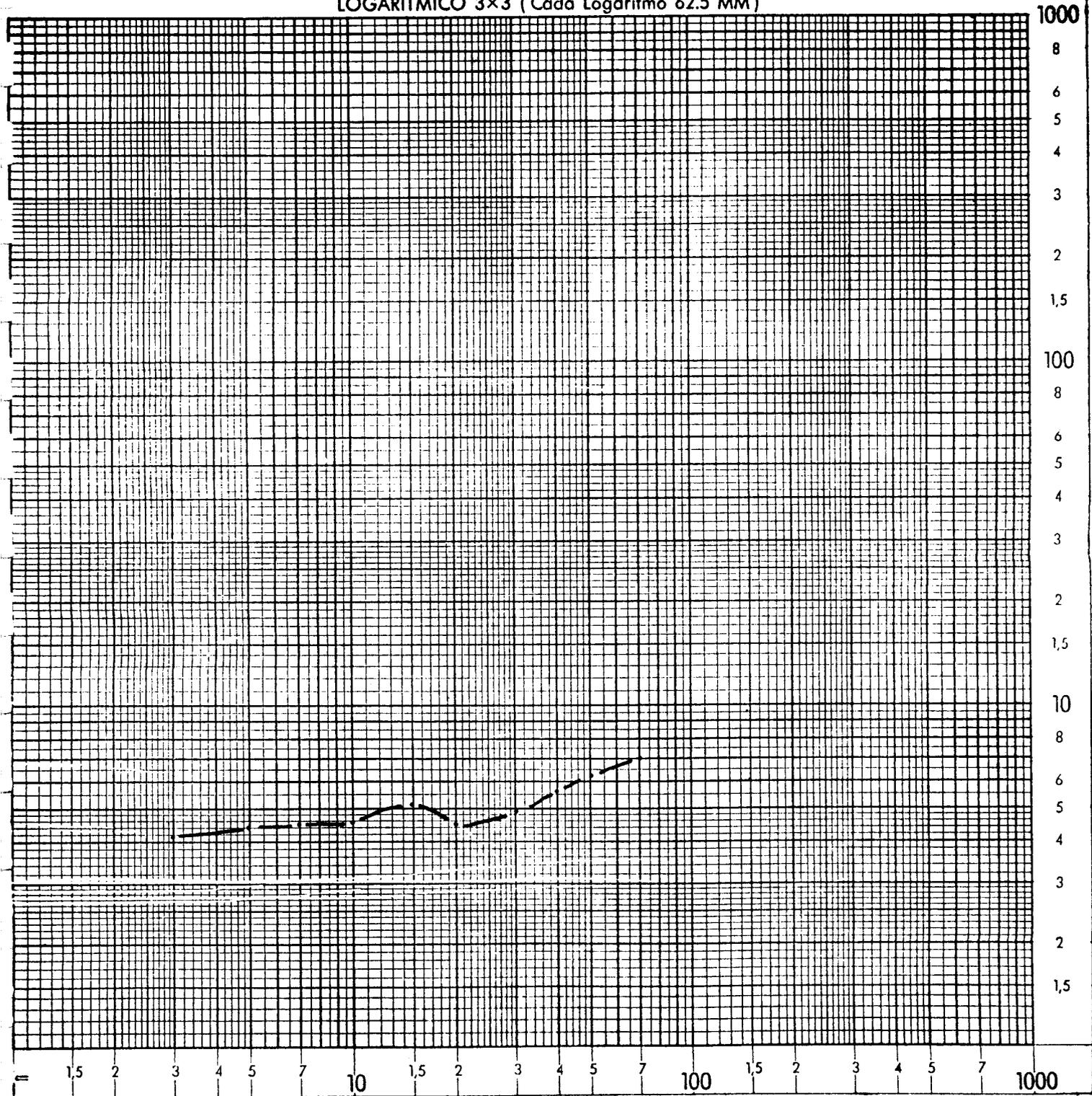
CLIENTE: _____

TRABAJO: Investigación de yesos

ZONA: Orduña

FECHA: Abril 1.987

LOGARITMICO 3x3 (Cada Logaritmo 62.5 MM)



$\frac{Ar}{2}$

MN-



INGEMISA

INVESTIGACIONES GEOLOGICAS Y MINERAS, S.A.

Avd. Virgen de las Angustias, 16 - Telf. 274854 - 14006 CORDOBA

S. E. V. K - 5

INTERPRETACION:

E (m)	f (r.m)
2.5	30
4.5	75
10	55
	450

ALTITUD: _____

ACIMUT A B: _____

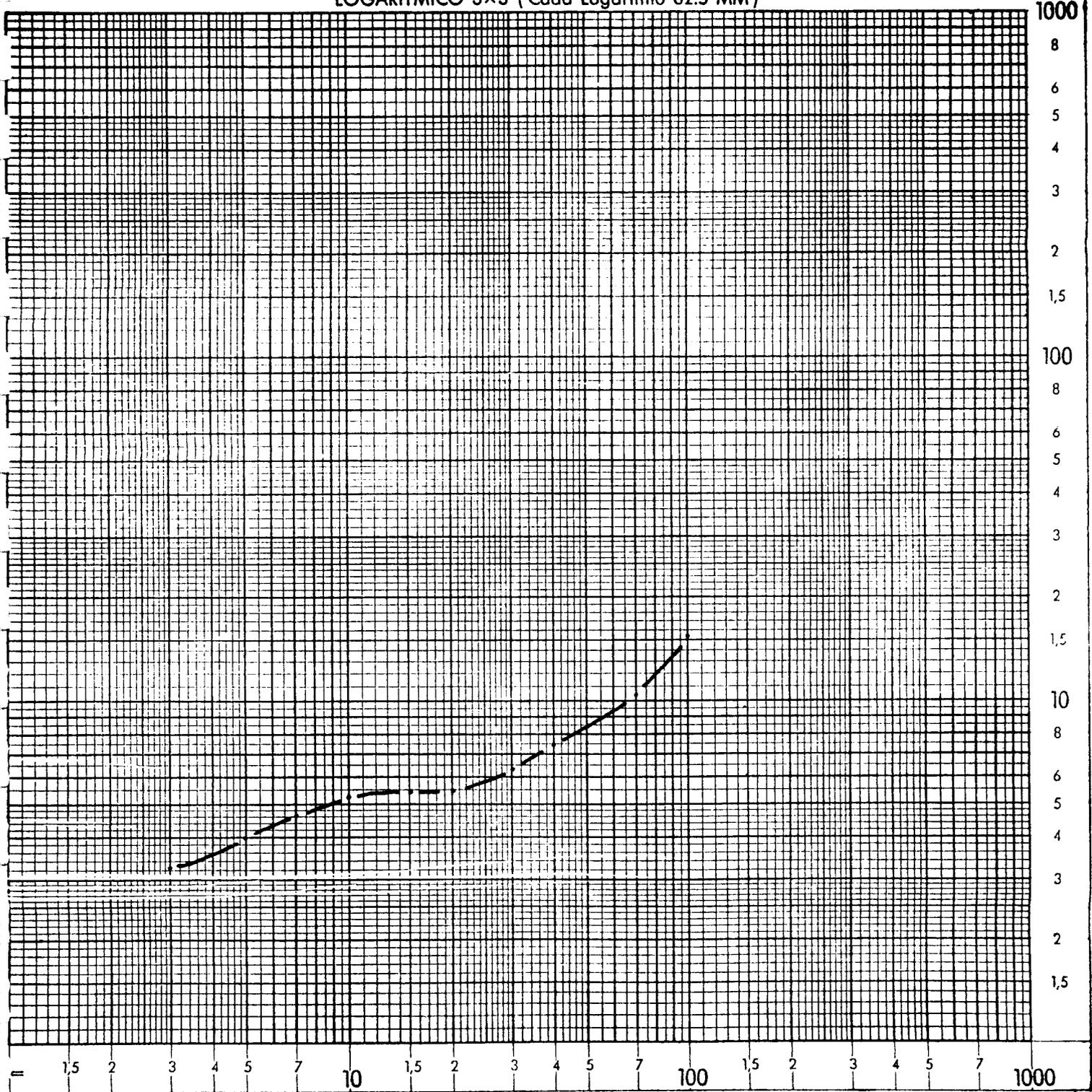
CLIENTE: _____

TRABAJO: Investigación de yesos

ZONA: Orduña

FECHA: Abril 1.987

LOGARITMICO 3x3 (Cada Logaritmo 62.5 MM)



Al
2

MN-



INGEMISA

INVESTIGACIONES GEOLOGICAS Y MINERAS, S.A.

Avd. Virgen de las Angustias, 16 - Telf. 274654 - 14006 CORDOBA

S. E. V. K - 6

INTERPRETACION:

E (m)	ρ (x.m)
4	20
13	38
	190

ALTITUD: _____

ACIMUT A B: _____

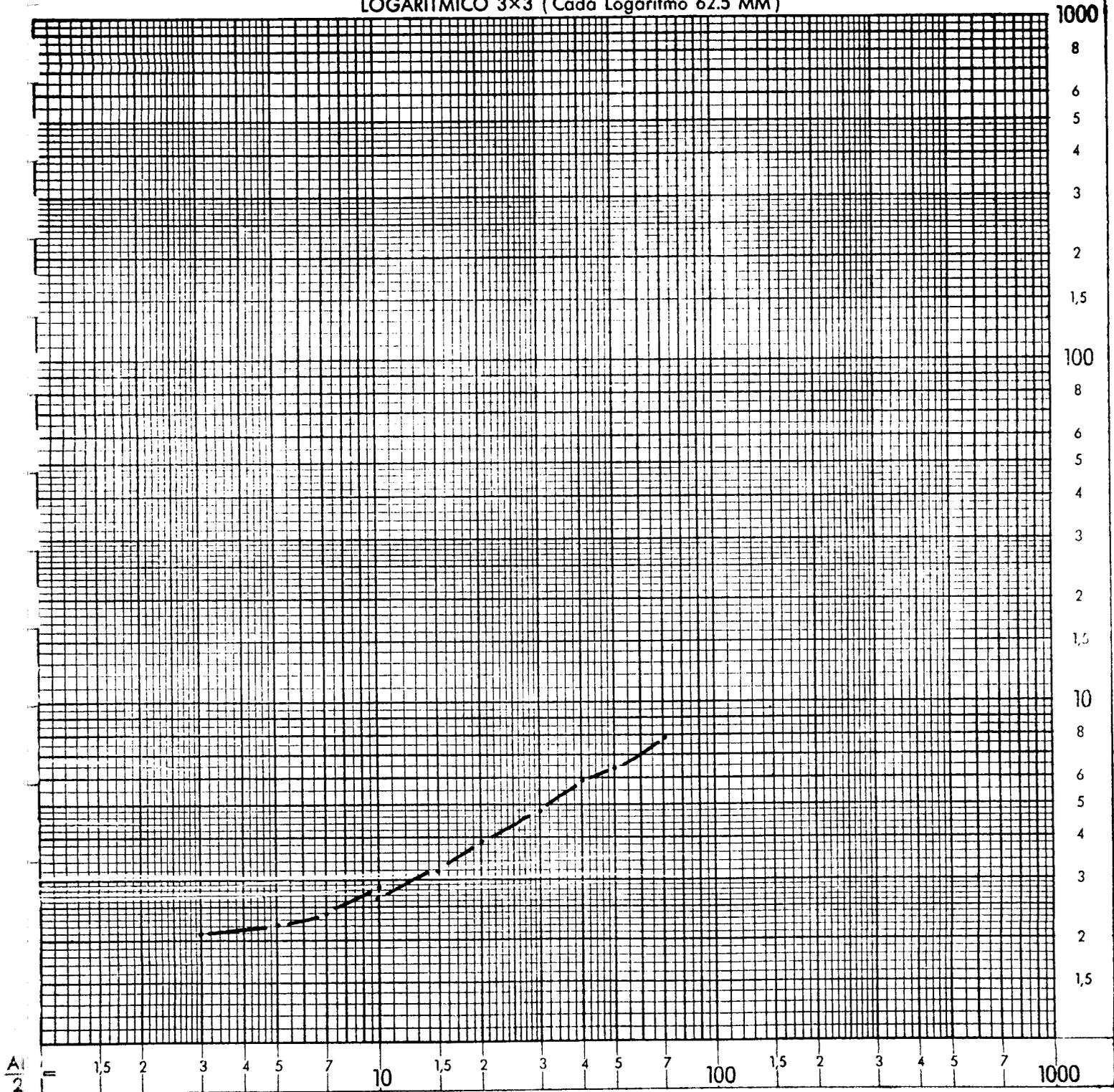
CLIENTE: _____

TRABAJO: Investigación de yesos

ZONA: Orduña

FECHA: Abril 1.987

LOGARITMICO 3x3 (Cada Logaritmo 62.5 MM)



$\frac{A}{2} =$ 1.5 2 3 4 5 7 10 15 20 30 40 50 7 100 1.5 2 3 4 5 7 1000

MN =

11.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez cubiertos los objetivos del proyecto se puede decir que las manifestaciones yesíferas en el País Vasco y Cantabria son abundantes, aunque en algunos casos son puramente anecdóticas. Las labores mineras han sido en gran manera artesanales; en pocos casos se observa un aprovechamiento racional de la mineralización, en ninguno de los casos se ha llevado a cabo investigaciones, ni antes de explotar ni durante la explotación.

El mayor problema existente en la realización del proyecto ha sido el grado de recubrimiento constante. Todas las áreas yesíferas se encuentran sobre el Trias en facies Keuper, que produce uno de los suelos más ricos de la región, y por tanto se encuentra desensamente colonizado y cubierto.

Esto hace que las observaciones realizadas se efectuen a nivel puntual, siendo muy dificultoso y arriesgado extender y correlacionar los datos lateralmente.

Por último, hay que indicar que las reservas de yesos en el País Vasco y Cantabria no son elevadas, no obstante existe la posibilidad de encontrar varios yacimientos con reservas suficientes para cubrir el consumo local durante varios años. si se tiene en cuenta producciones de minas de yesos en Comunidades Autonomas próximas, (150 Tm día en Aguilar de Campoo) la explotación de yacimientos con reservas de 2.000.000 Tm duraría bastante.

Aunque no todos los yesos estudiados muestran propiedades como piedra de construcción, no deben olvidarse otros destinos de consumo, como los cementos y las fabricas de abono.

11.1.- RECOMENDACIONES

Apesar de que uno de los objetivos del proyecto era seleccionar una serie de áreas de interés y estudiarlas más a fondo no deben de descartarse ni abandonarse aquellos puntos en que por motivos de la no observación directa no se ha continuado investigando.

En este capítulo se prestará atención a aquellas zonas que a nuestro juicio, bien por el aspecto que presentan, por datos mineros antiguos o por observaciones realizadas sobre el terreno, merezcan la pena ser investigada a partir de medios físicos.

Se hace notar que todas las observaciones que se puedan realizar en superficie se han efectuado, por lo que todas las recomendaciones que se van a efectuar serán las de aplicación de métodos indirectos.

Los métodos que pensamos que pueden proporcionar mejores resultados son:

Métodos eléctricos.- Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) probados con éxito en Orduña
Métodos mecánicos.- Sondeos mecánicos con testigo continuo.

En todo caso la utilización de SEV en algunas zonas no sustituirá a los sondeos mecánicos, sino que servirá para marcar los puntos de los mismos con más

exactitud.

Como cuestión de orden se establecen unas cuantas recomendaciones, primero sobre las áreas seleccionadas y luego sobre aquellas que aunque no han sido seleccionadas tienen a nuestro juicio expectativas.

11.1.1.- Areas de especial interés

11.1.1.1.- Reinosa

Dadas las especiales características de la zona se recomienda efectuar tres sondeos mecánicos: S₁, S₂ y S₃ alineados aproximadamente según la dirección de las capas (Ver Fig. 16).

La profundidad de los sondeos sería:

S₁: 60 metros

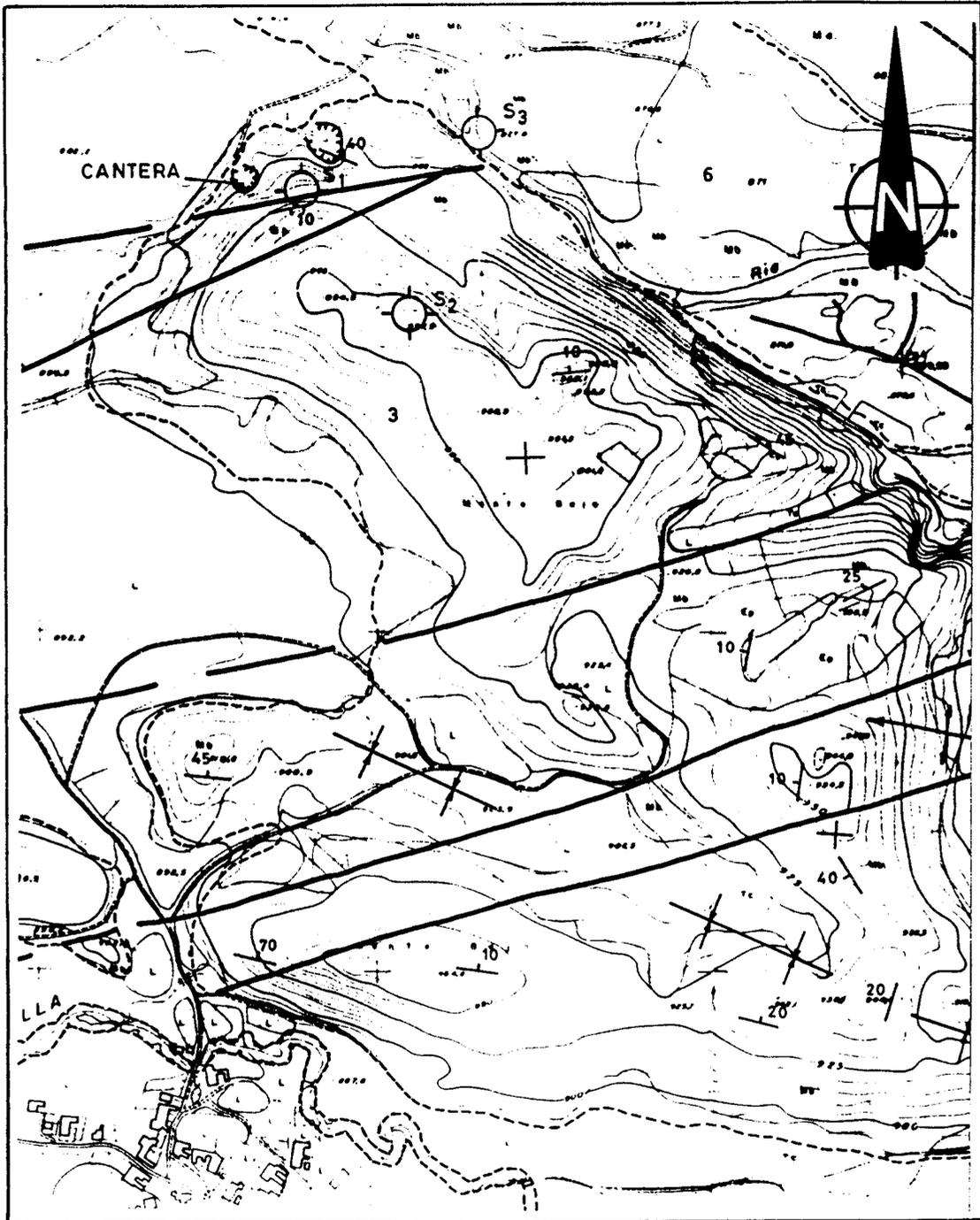
S₂: 75 - 100 metros

S₃: 75 - 100 metros.

Los tres serían verticales.

En caso de ser necesario los sondeos se prolongarían o terminarían a criterio del Técnico Supervisor de los mismos.

En este área no se ha planteado la investigación eléctrica debido a ser una zona con relieve desfavorable y abundante vegetación.



○ Sondéo recomendado

0 500 m.

Propuesta de Actuación en el Area de Reinoso

FIGURA 16

11.1.1.2.- La Serna - Silió

La investigación en la zona de La Serna - Silió es complicada puesto que las zonas yesíferas se encuentran en el contacto mesozoico (que produce el borde del valle) en una zona de pendiente media y con gran recubrimiento de derrubios y vegetación densa en algunos puntos lo que dificulta una campaña de sondeos mecánicos. Igualmente la geofísica eléctrica no es fácil de realizar.

En la zona de Silió se realizaron dos sondeos relativamente profundos, uno de ellos cortó al final yesos blancos. Habiendo visto las cajas de sondeos, se observa que éstos han ido atravesando una zona brechoide con algo de yeso fibroso, removilizado, en fracturas. Según los técnicos que testificaron el sondeo, al final se cortaron más de 5 metros de yeso blanco similar al de las fracturas. Esto nos hace pensar que el yeso atravesado son removilizaciones. No obstante en una cata abierta en Silió se puede observar yeso laminado, bastante puro, debajo de una facies de yeso noduloso con arcillas. Esta cata forma parte de la investigación que realiza el industrial yesero G. CORTES, y aún no tiene dimensiones suficientes para poder decir nada más.

A nuestro juicio la única vía de investigación posible sería realizar sondeos mecánicos incluidos desde zonas más altas, que habría que definir de acuerdo con

la maquinaria a emplear.

Por otra parte, en la cata abierta se recomienda hacer una barrena horizontal, con testigo continuo o polvo, y otra inclinada para calcular la potencia de la capa de yesos y la continuidad de la capa hacia atrás; en caso de que esta sea grande, habría que investigar la continuidad lateral de la misma.

En la Fig. 17 se indica la zona a investigar y las soluciones propuestas.

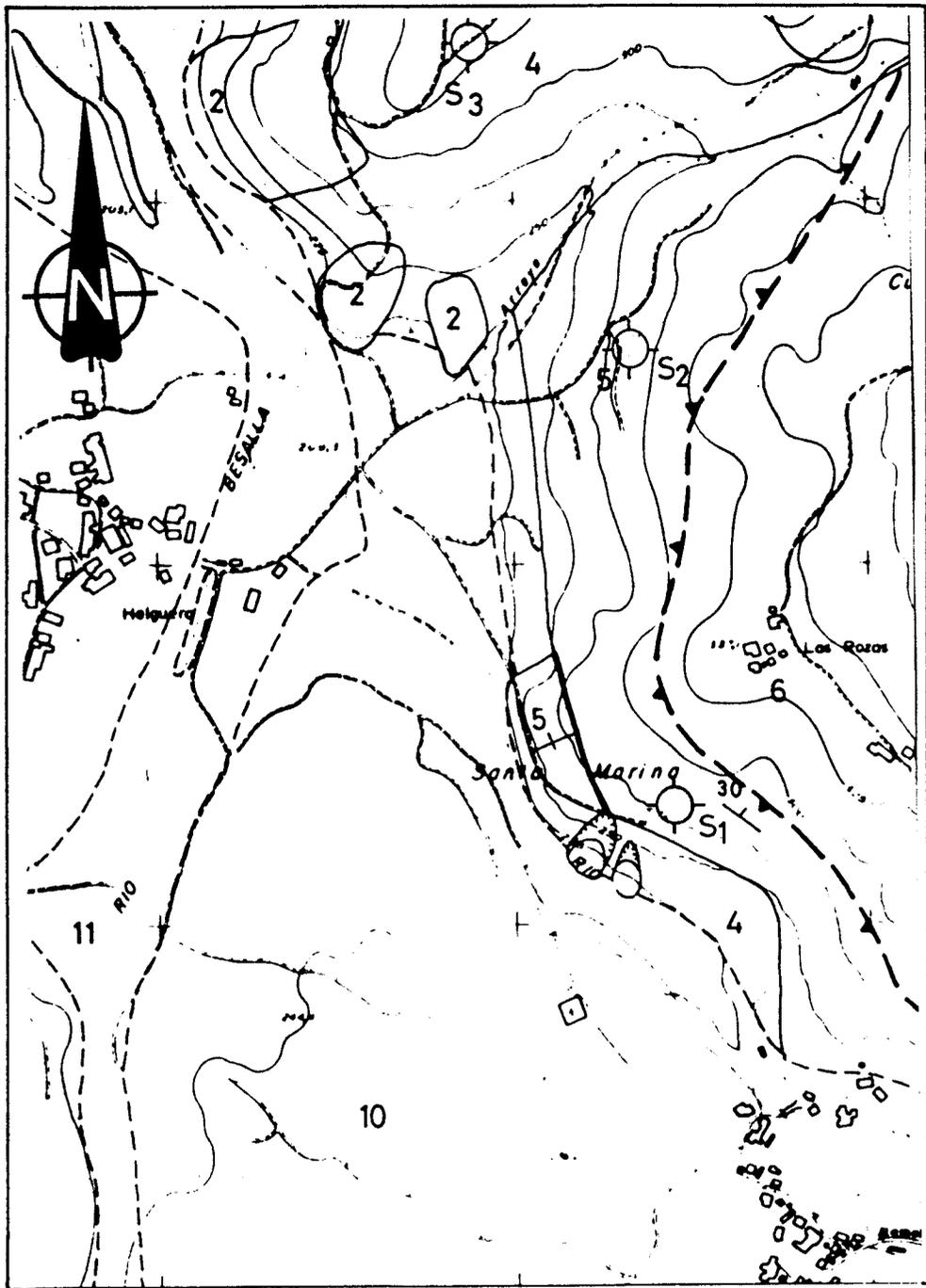
Se recomienda la realización de tres sondeos mecánicos S_1 , S_2 , S_3 para detectar yesos en profundidad. En los tres casos serían verticales y no sería necesario extraer testigo en los primeros metros, reservando este para el Trias.

S_1 : 50 a 75 metros

S_2 : 50 a 75 metros

S_3 : 75 - 100 metros.

También sería conveniente realizar una transversal al valle con SEV con el fin de ver si en el núcleo de la estructura y sobre todo en el borde Oeste se detectan yesos.



○ Sondeo recomendado

0 500 m.

Propuesta de Actuación en el Area de La Serna-Silió

FIGURA 17

11.1.1.3.- Salinas de Añana

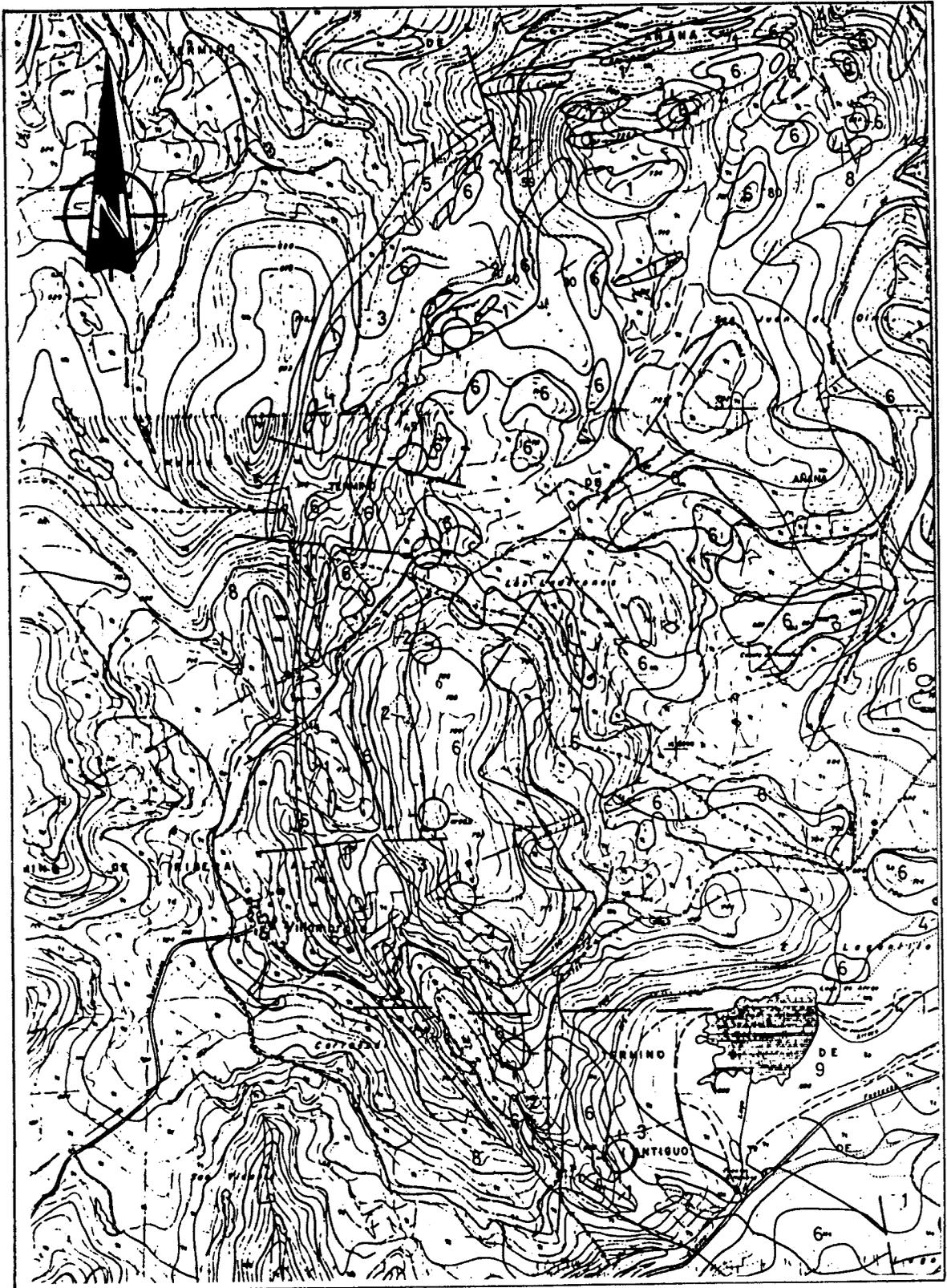
Las recomendaciones de actuación en este área se limitan al borde Oeste del diapiro, al estar vigente en la zona Este la concesión de la Mina Roberto.

Como se aprecia en cartografía los yesos forman un nivel que bordea el diapiro, y que entre el pueblo de Salinas de Añana y el Lago de Arreo se hace más notorio.

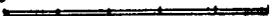
Se trata de certificar la continuidad de este nivel, para ello, y dado que en esta zona tanto el relieve como la vegetación lo permitan, se propone que se realice una campaña de investigación base de sondeos mecánicos verticales, que cubren el espacio entre Salinas y el Lago de Arreo, deben situarse sobre la capa de yeso para observar el avance de la deshidratación en profundidad. (En realidad se produce una hidratación en superficie) además de la presencia del yeso.

En la Fig. 13 se indican las propuestas de realización.

Los sondeos serían verticales, con extracción continua de testigo y una profundidad de 100 metros, en algunos casos esta profundidad podría reducirse y en otros aumentar.




 Sondeo recomendado

0  500 m.

Propuesta de actuación en el area de Salinas de Añana

FIGURA 18

Seria recomendable realizar un sondeo inclinado, en unos de los puntos situados más al N, de gran longitud, para ver si realmente hay dos capas de yeso.

En este área no se propone la investigación eléctrica puesto que las condiciones no lo permiten. A esto hay que añadir el alto buzamiento de las capas y la fracturación radial, que hacen que no se cumplan los principios del método geofísico.

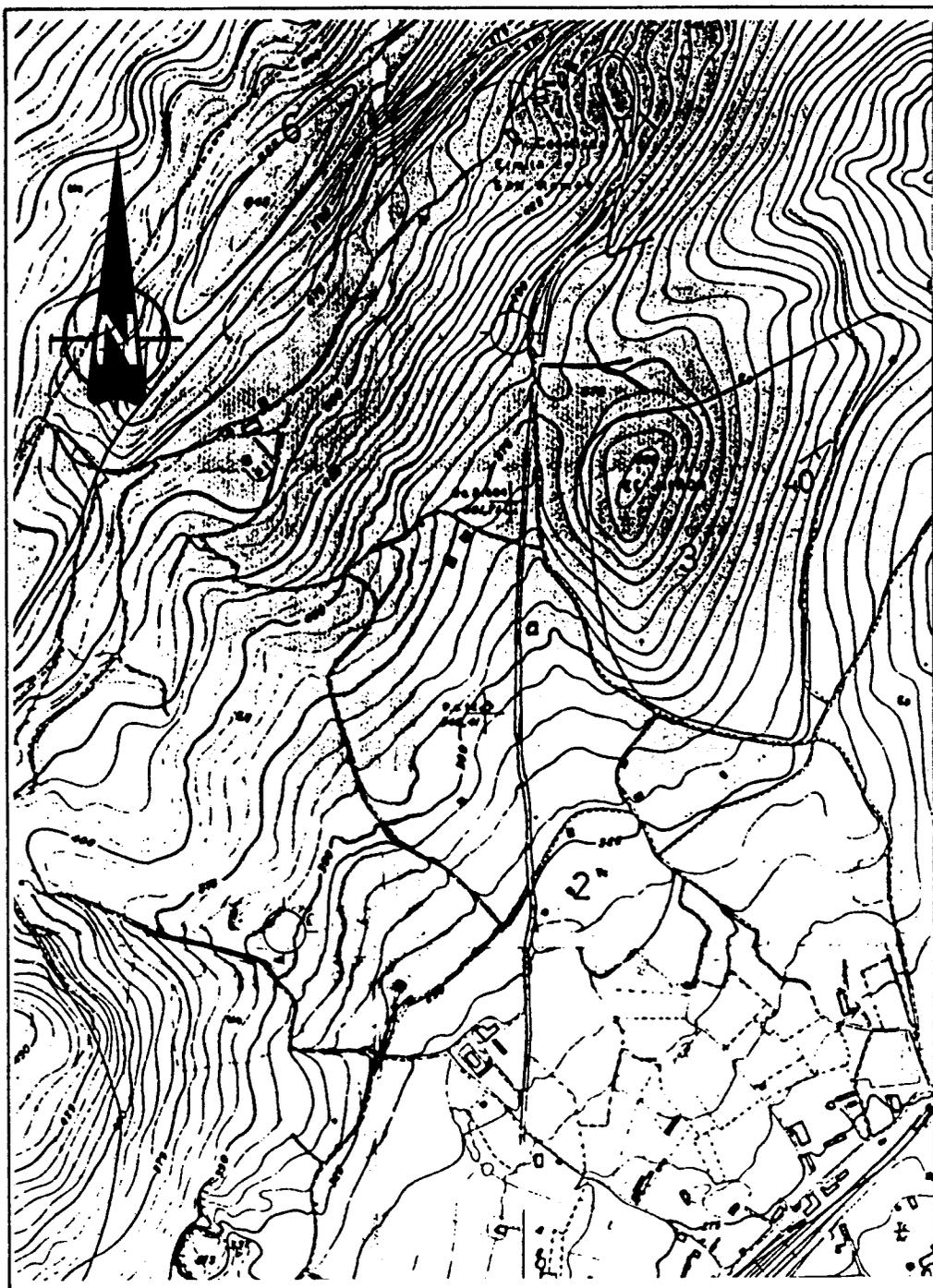
11.1.1.4.- Zonas de Orduña

En esta zona es donde más se ha avanzado en la investigación, a ello ha contribuido sobre todo el suave relieve que dan los materiales diapiricos.

Las resultantes de la geofísica realizada animan a realizar sobre esa zona una pequeña campaña de sondeos mecánicos, cuya ubicación sería la indicada en la fig. 19. Los sondeos serian verticales, y tendrían una profundidad entre 50 y 100 metros.

No se continúan hacia el Sur puesto que sería entre las zonas de labores, donde posiblemente el nivel yesífero se ha visto muy disminuido. (Las labores de interior pueden tener tamaño sensible y al no estar levantadas ofrecen un serio peligro para la perforación)

Dadas las características anulares del Diapiro podemos inferir que los niveles yesíferos continúan bordeándolo; para comprobar si esto ocurre se propone la realización de una campaña de geofísica por el método de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) a lo largo del Sur y Sureste del diapiro. Como en esta zona el recubrimiento coluvial está generalizado sería conveniente realizar en el punto inicial un sondeo mecánico con recuperación de testigo para correlacionar la columna del sondeo con el SEV.



○ Sondeo Recomendado

0 500m.

Propuesta de actuación en el Area de Orduña

FIGURA 19

No se da situación de estos sondeos, únicamente indicar que deberían realizarse entre la vía del ferrocarril y el contacto con el Mesozoico.

11.1.1.5.- Propuesta de actuación sobre otras áreas

Además de las actuaciones propuestas y justificadas por una investigación avanzada, pensamos que sería prudente incidir en la investigación en otras zonas a pesar de no haber sido seleccionadas por no ofrecer mineralización visible.

En este caso se halla la zona de GAJANO, al N de SOLARES, donde sería conveniente realizar al menos uno o dos sondeos mecánicos que permitan levantar una columna litológica y calcular la potencia del yeso en dicha zona. Con los resultados de dichos sondeos se plantearía una campaña de geofísica que permita la ubicación de una malla de sondeos para cubicación del yacimiento.

Otra zona que puede presentarse como interesante es la de Murguía. La presencia del complejo de servicios de la Autopista Bilbao-Zaragoza, la misma autopista, la vegetación profunda y la existencia de una concesión minera hacen que de momento se desista en realizar actuaciones sobre esta zona.